R 260 C 3
2 ex.

MÉMOIRES
DU
MUSÉUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

NOUVELLE SÉRIE

Série C, Sciences de la Terre

TOME XXIII
FASCICULE UNIQUE

M. CLOCCHIATTI

CONTRIBUTION A L'ETUDE DU NANNOPLANCTON CALCAIRE DU NEOGENE D'AFRIQUE DU NORD

PARIS
38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (V^e^)
ÉDITIONS DU MUSÉUM

1971

BIBL. DU MUSÉUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

MÉMOIRES
DU
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

NOUVELLE SÉRIE

Série C, Sciences de la Terre

TOME XXIII

FASCICULE UNIQUE

M. CLOCCHIATTI

CONTRIBUTION A L'ETUDE DU NANNOPLANCTON CALCAIRE DU NEOGENE D'AFRIQUE DU NORD

PARIS

38, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (V^e^)

ÉDITIONS DU MUSÉUM

1971

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

PREFACE

L'étude des Coccolithophoridés qui participent pour une bonne part à la constitution de certaines roches colcoires et peuvent être commodément utilisés pour l'analyse biostratigraphique des formations mio-plio-quaternaires se révèle de jour en jour plus passionnante.

Aussi mon immense gratitude va-t-elle à Monsieur le Professeur R. LAFFITTE qui, ayant discerné depuis longtemps l'intérêt de l'étude de ces infiniment petits, m'a permis d'entreprendre ce travail en m'intégrant à son équipe, en me fournissant de nombreux échantillons du Néogène d'Algérie et en me donnant la possibilité d'utiliser le microscope électronique à balayage. Par la suite, son aide ne s'est jamais démentie et je lui dois, entre autres, de m'avoir familiarisée avec l'histoire géologique des bassins néogènes algériens. Au cours de la rédaction de ce mémoire, il a, de plus, bien voulu relire mon texte, m'aidant grandement dans cette tâche par ses conseils, ses suggestions et ses encouragements.

Je suis également très reconnaissante à Monsieur le Professeur G. LUCAS de m'avoir apportée ses critiques et d'avoir accepté la présidence de mon jury.

Si j'ai pu mener à bien ce travail, c'est grâce à l'enseignement de Monsieur le Professeur J. CUVILLIER qui a largement influencé mon choix. Je me rappellerai toujours son accueil bienveillant et les conseils de prudence qu'il prodiguait à ceux qui se destinaient à la recherche.

Ma très vive reconnaissance va également à Madame M. NEUMANN qui s'est intéressée à mes recherches depuis l'année où j'ai suivi ses cours en D.E.A. de Micropaléontologie, a toujours manifesté beaucoup de compréhension pour mes problèmes et a bien voulu accepter de juger ce travail.

Mademoiselle D. NOEL m'a fait très largement bénéficier de sa vaste expérience des nannofossiles calcaires et des problèmes de la microscopie électronique. Elle a été pour moi un guide à chaque pas de ce travail en m'aidant à débrouiller les épineux problèmes posés par la nomenclature et la classification des Coccolithophoridés. Qu'elle trouve ici l'expression de mes plus vifs remerciements.

Je n'aurais garde d'oublier mes anciens professeurs de la Faculté des Sciences d'Orsay : Monsieur le Professeur A. RIVIERE et Monsieur le Professeur J.H. BRUNN. C'est pour moi le plus agréable des devoirs que de les remercier car je leur dois ma formation de géologue et depuis le temps lointain de ma licence ils n'ont cessé de s'intéresser à mon travail.

A Monsieur le Professeur G. DEFLANDRE, je voudrais exprimer une reconnaissance toute particulière pour l'accueil si compréhensif qu'il m'a, avec Madame M. DEFLANDRE-RIGAUD, toujours réservé. J'ai eu la chance de pouvoir bénéficier de son immense savoir au cours des nombreux entretiens qu'il a bien voulu m'accorder. J'ai pu également contrôler mes déterminations avec beaucoup de précision grâce à son inestimable fichier.

J'ai trouvé en Madame G. GLACON une aide efficace et dynamique. Elle a bien voulu accepter de déterminer les Foraminifères planctoniques de certains de mes échantillons. Elle m'a également au cours de nombreuses conversations permis de connaître un peu mieux la géologie du bassin du Hodna. Qu'elle en soit très sincèrement remerciée.

Source : MNHN, Paris

Monsieur L. LEZAUD, au laboratoire de Micropaléontologie, m'a toujours prodigué son aide bienveillante et efficace, il m'a fréquemment fait bénéficier de son expérience des nannofossiles calcaires, je tiens à lui exprimer ici ma reconnaissance la plus profonde.

Les échantillons du Maroc étudiés dans ce travail m'ont été fournis par Monsieur H. FEINBERG, il en a également déterminé les Foraminifères planctoniques. Je l'en remercie vivement.

De fréquentes conversations avec J.P. CAULET et L. LECLAIRE m'ont été très profitables et j'ai toujours apprécié les nombreux conseils qu'ils m'ont prodigués. Je les remercie très chaleureusement..

J.P. BOSSY est bien souvent venu à mon aide lorsque j'utilisais le « Stereoscan » et il m'a fait profiter de son expérience de cet appareil. Je lui en suis très reconnaissante.

Mademoiselle M. DESTARAC a su réaliser à partir de négatifs pas toujours très réussis d'excellents clichés qui ont servi à composer les planches. Je lui en suis très redevable.

Il me faut aussi remercier Monsieur P. GAULIER qui a effectué de minutieux dessins d'après les électromicrographies.

Enfin, je tiens à remercier bien sincèrement tous ceux qui, au laboratoire de Géologie du Muséum et au laboratoire de Sédimentologie de la Faculté des Sciences d'Orsay ont contribué à l'élaboration de ce travail et m'ont encouragée.

Paris, novembre 1971.

Source : MNHN, Paris

INTRODUCTION

Avant d'entrer dans le détail de cette étude, je voudrais exposer le but et le plan de ce travail.

Ayant reconnu depuis une dizaine d'années l'extrême abondance des coccolithes dans les faciès marnes bleues du bassin du Chéliff, Monsieur le Professeur R. Laffitte cconfiait dès 1951 l'étude de ces formes à Mademoiselle M. Gardet. Cette étude fit l'objet d'un diplôme d'études supérieures soutenu en 1953 et publié en 1955.

Depuis, des progrès considérables ont été faits dans l'étude de ces formes, notamment grâce aux nouvelles techniques utilisées, justifiant amplement la reprise de ce sujet de travail que Monsieur le Professeur R. Laffitte me confia en 1968. Il me conseilla de l'étendre dans toute la mesure du possible à d'autres séries néogènes du pourtour de la Méditerranée occidentale.

Cette étude a pu être menée à bien grâce aux directives et aux conseils de Mademoiselle D. Noël qui s'est spécialisée depuis une quinzaine d'années dans l'étude de ces formes et a fait considérablement progresser les difficiles techniques de travail qui s'appliquent à des objets dont la taille est, le plus souvent, comprise entre 2 et 15 μ.

Au départ, ce mémoire devait être essentiellement un inventaire complet des formes du Néogène méditerranéen, mené à bien à l'aide surtout du microscope électronique à balayage (Stereoscan). Pourtant, il est apparu, au fur et à mesure de l'avancement des observations, que cette étude pouvait être élargie. Des résultats intéressants sur la valeur stratigraphique et le rôle des coccolithes ont pu, en effet, être obtenus.

Si le nombre trop restreint d'échantillons (une vingtaine) de même que leur dispersion (bassins d'El Outaya, du Chéliff et du Hodna en Algérie ; bassins de la zone prérifaine et de la côte atlantique au Maroc) ne permettent pas encore de déterminer avec précision une répartition stratigraphique complète de toutes les espèces examinées, des éléments pour composer une échelle stratigraphique sont proposés et un certain nombre de conclusions concernant l'importance des coccolithes dans la constitution du faciès marnes bleues peut néanmoins être présenté.

Ce mémoire débute par un bref historique (Chapitre I) des études générales consacrées au nannoplancton calcaire, suivi d'une analyse détaillée des travaux concernant plus spécialement les nannoflores néogènes de divers pays.

Dans le chapitre II sont exposées les diverses techniques et méthodes utilisées pour préparer les échantillons en vue de leur étude en microscopie photonique et électronique. Les techniques de préparation (montage éphémère ou stable) et d'observation en microscopie photonique, bien connues et largement employées, sont simplement rappelées. Je me suis attardée plus longuement sur les techniques utilisées en microscopie électronique à balayage (traitement des échantillons, couverture métallique par évaporation, etc.).

Pour tenter de déterminer l'abondance relative des diverses espèces d'un sédiment, j'ai essayé de faire, sur quelques échantillons et d'après un certain nombre d'électromicrographies, des comptages d'espèces : la méthode adoptée est exposée à la fin de ce chapitre.

Source : MNHN, Paris

La provenance géographique et stratigraphique des différents échantillons est donnée dans le chapitre III. Ces échantillons ont été prélevés en Algérie : bassins d'El Outaya, du Chéliff et du Hodna ; et au Maroc : bassins de la zone prérifaine et de la côte atlantique, par divers géologues : M. le professeur R. Laffitte, Mme G. Glaçon, M. R. Guiraud, M. G. Suter et M. H. Feinberg. Ils ont été datés par Mme G. Glaçon et M. H. Feinberg, grâce à l'étude des Foraminifères planctoniques et par référence aux zones biostratigraphiques définies par W. H. Blow (1969). Ils vont du Miocène inférieur au Pliocène inclus.

Le chapitre IV débute par une très brève mise au point sur la biologie des Coccolithophoridés et les liens éventuels de ce groupe avec les Discoastéridés et les différentes formes *incertae sedis* habituellement traitées conjointement. Je pense, en effet, que l'observation des cultures et des formes actuelles est fondamentale et doit préluder à tout essai de classification véritable des nannofossiles calcaires.

L'étude systématique des Coccolithophoridés du Néogène d'Afrique du Nord constitue la partie la plus importante de ce chapitre. Les difficultés de la classification des formes fossiles y sont abordées. La définition de l'espèce, voire celle du genre, en matière de coccolithes *(s.l.)* fossiles est, en effet, assez difficile à établir et, selon les auteurs, les conceptions en sont bien différentes. J'ai abordé ce problème, mais pour les espèces fossiles, dont souvent nous ignorons la biologie et le mode de vie, les bases de ces définitions restent assez aléatoires. J'ai donc volontairement donné à mes définitions d'espèces et à celles des genres une acception assez large car je ne pense pas que les distinctions spécifiques doivent se faire uniquement à partir de variations dimensionnelles, du nombre des éléments, etc. On sait, par exemple, qu'il existe des coccosphères (monomorphes) (1) dont la taille des coccolithes varie du simple au double (voir fig. 1 a, pl. II ; fig. 1, pl. III).

Pour chacune des 54 formes étudiées (coccolithes *s.s*, *incertae sedis* et discoasters), j'ai aussi essayé de donner une liste de synonymie et de citations qui soit la plus complète possible. J'ai reproduit pour chaque genre et chaque espèce les diagnoses originales ou, à défaut, j'ai donné une description équivalente. Pour chaque espèce mal connue, insuffisamment décrite ou connue uniquement en microscopie photonique, j'ai repris et complété la description originale. J'y ai adjoint une série de « REMARQUES » où figurent des commentaires concernant la systématique, de même que des explications sur chacun de mes choix en ce domaine, ainsi qu'un paragraphe « RAPPORTS ET DIFFERENCES » avec les espèces voisines chaque fois que cela était nécessaire. Puis, pour chaque forme, j'ai réuni dans la partie intitulée « REPARTITION STRATIGRAPHIQUE » toutes les localisations géographiques et stratigraphiques données par les différents auteurs et enfin la situation et la localisation géographique de cette espèce dans les échantillons du Néogène d'Afrique du Nord que j'ai étudiés.

Cette étude systématique est accompagnée de 40 planches d'électromicrographies ainsi que d'un certain nombre de dessins dans le texte précisant les caractères morphologiques de quelques unes de ces formes.

Ce chapitre se termine par un tableau rassemblant toutes les données stratigraphiques concernant chaque espèce rencontrée.

Dans le chapitre V sont analysés les principaux résultats géographiques, stratigraphiques et pétrographiques que j'ai pu tirer de l'étude des nannofossiles calcaires.

Des distinctions entre les assemblages de nannoflores ont été possibles entre les échantillons d'Algérie et ceux du Maroc et, à l'intérieur de ces deux pays, entre les différentes régions d'origine des échantillons. Trois tableaux (2) de répartition des espèces illustrent cette partie :

- Algérie et Maroc,
- Chéliff et Hodna (en Algérie),
- Zone prérifaine et côte atlantique (au Maroc).

(1) Les coccolithes constitutifs sont tous identiques.

(2) Ces tableaux ainsi que les suivants n'ont pas l'ambition d'être exhaustifs car le critère d'absence d'une espèce dans un échantillon reste douteux mais je me suis efforcée de les compléter en rassemblant les données des observations en microscopie photonique et électronique.

Source : MNHN, Paris

La répartition stratigraphique des espèces rencontrées est résumée dans un tableau où tous les sédiments étudiés sont classés par ordre stratigraphique sans tenir compte de leur origine géographique. Dans cette partie, j'ai également distingué les espèces dominantes qui constituent généralement un fond commun à tous les échantillons auxquelles viennent s'ajouter les indicateurs stratigraphiques, ou les associations jouant le même rôle, et les formes remaniées. En effet les remaniements certains de formes appartenant au Secondaire sont assez nombreux, ceux des espèces tertiaires sont plus ambigus et difficiles à déceler (quoiqu'on puisse les soupçonner assez fréquemment). J'ai étudié la répartition des formes secondaires remaniées dans les différents échantillons.

Puis, dans la limite des échantillons examinés, j'ai tenté de définir les limites :

- Oligocène-Miocène au Maroc,
- Miocène-Pliocène en Algérie et au Maroc.

Il est bien évident que ces limites pourraient être précisées par l'étude d'un plus grand nombre d'échantillons.

Dans ce même chapitre, j'ai abordé l'étude du rôle et de l'importance des Coccolithophoridés dans le faciès *marnes bleues*. Pour la plupart des échantillons, la teneur en carbonate de calcium a été dosée. Par comparaison avec des échantillons analogues étudiés par d'autres auteurs, l'importance du calcaire dans le faciès *marnes bleues* et celle des coccolithes dans cette fraction calcaire ont pu être estimées.

En conclusion, l'analogie entre le faciès *marnes bleues* et les boues bleues actuelles de Méditerranée est discutée. C'est vraisemblablement là qu'il faut chercher l'explication de la formation et du dépôt de ce faciès si puissant et si répandu autour de la Méditerranée.

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE I

HISTORIQUE DE L'ETUDE DES COCCOLITHOPHORIDES ET DES NANNOFOSSILES CALCAIRES ASSOCIES

Tous les faits exposés ci-après ont été rappelés dans de nombreux travaux (M. N. Bramlette et W. R. Riedel, 1954; D. Noël, 1965 , W.W.Hay et *al.*, 1967, etc.). Jusqu'au début de ce siècle, l'importance de ces études est essentiellement historique, c'est pourquoi je me bornerais ici à un bref rappel.

C'est G. C. Ehrenberg (1836) qui, le premier, observe dans la craie de Rügen de petits corps ovoïdes et les décrit comme étant d'origine inorganique. Dans son important travail intitulé « **Mikrogeologie** » (1854), il figure de nombreux coccolithes « *morpholites* » et des discoasters « *Kulkerdige Crystalldrusen* » ou « *Scheibensternchen* », provenant de marnes et de calcaires d'origines diverses : Italie, Tunisie, Grèce, etc.

T. H. Huxley (1858, *in* J. Dayman) donne le nom de *coccolithes* à de petites plaquettes trouvées dans des sédiments dragués dans l'Atlantique nord, lors de la pose du premier câble télégraphique transatlantique. G. Wallich (1860) observe des coccolithes jointifs à la surface de petites sphères et suggère qu'il peut s'agir de spicules de formes larvaires de *Globigerinae*. H.C. Sorby (1861) trouve de petits corps calcaires « *cristalloïds* » dans la craie d'Angleterre (« *English Chalk* ») et les observe parfois disposés sur de petites sphères. Il émet également l'idée que les coccolithes de la craie ne sont pas de nature inorganique. G. Wallich (1861) propose le nom de *coccosphère* pour le groupement de coccolithes en petites sphères.

La nature organique des coccolithes est combattue vigoureusement par Harting (1872), Harris (1876) et d'autres qui les considèrent comme des concrétions minérales.

C. W. Gümbel (1870) et H. J. Carter (1871) pensent que les coccosphères peuvent être des kystes en rapport avec la reproduction d'algues calcaires. Le rapprochement entre les coccolithes observés dans la craie et ceux des sédiments actuels est fait par G. Wallich (1877), qui établit que les coccosphères sont des *tests* d'organismes libres et flottants.

Des « *corps étoilés* », ce que nous appelons maintenant discoasters, sont figurés par J. Murray et A. F. Renard (1891) ; A. J. Jukes-Brown et J. B. Harrison (1892).

Les premières études portant sur la systématique, la nature et l'origine des coccolithes et des coccosphères, c'est-à-dire sur leur biologie, datent du début du siècle et c'est à H. Lohmann (1902) que nous les devons. Depuis de nombreux travaux ont été consacrés au nannoplancton calcaire. Tan Sin Hok (1927) étudie le Tertiaire supérieur d'Indonésie. Il crée la famille des *Discoasteridae* pour les formes étoilées qu'il rencontre ; les premières descriptions et le premier travail de systématique sur ce groupe lui sont dus. C'est depuis cette époque que les études les plus importantes ont débuté avec essentiellement : E. Kamptner (depuis 1928), sur des formes actuelles et fossiles ; J. Schiller (1930) ; Z. Sujkowski (1930) sur les Discoastéridés de Pologne ; G. Deflandre

Source : MNHN, Paris

(depuis 1934) sur les nannofossiles et le nannoplancton calcaires ; E. Parejas (1934) sur les Discoasters des Brasses (Basses-Alpes), les sédiments qu'il considérait comme crétacés sont maintenant reconnus comme étant éocènes ; A. Bersier (1939) sur les Discoasters du Tertiaire des Alpes du Nord (Z. Sujkowski et A. Bersier ont tous deux employé le nom générique *Actiniscus* Ehrenberg pour les Discoasteridés qu'ils ont étudiés car ils étaient dans l'ignorance des travaux de Tan Sin Hok).

Depuis une vingtaine d'années, le nombre des travaux portant sur le nannoplancton calcaire dans son ensemble s'est accru. Cela est dû en partie à l'utilisation du microscope électronique qui a grandement facilité l'observation des nannofossiles calcaires, cela est également dû à leur utilisation en stratigraphie. Dés 1954, M. N. Bramlette et W. R. Riedel ont proposé la création de zones biostratigraphiques fondées sur les coccolithes et les formes associées.

TRAVAUX AYANT PORTE PLUS PARTICULIEREMENT SUR LE NEOGENE.

De trés nombreux travaux ont été consacrés au Tertiaire, aussi ne citerai-je ici que ceux se rapportant plus précisément au Néogène.

Les résultats de l'étude du nannoplancton calcaire du *Sahélien* d'El Mehdi (Oranie) sont publiés par G. Deflandre en 1939 et 1942, puis en 1954 (avec Ch. Fert). On doit à G. Deflandre la première étude objective sur l'évolution morphologique d'un type de coccolithe (les lopadolithes du genre *Scyphosphaera*) ainsi que les toutes premières électromicrographies de coccolithes fossiles (1952 : Lutétien d'Aquitaine ; 1954 : Mio-Pliocène d'Oranie).

G. Colom (1946) étudie la microfaune du Burdigalien des Baléares, puis en 1951 (avec J. Gamundi) et en 1952 celle du Néogène d'Espagne. En 1948, E. Kamptner publie son très important travail sur le Tortonien du bassin de Vienne (Autriche). M. N. Bramlette et W.R. Riedel (1954) consacrent une étude très intéressante principalement au Miocène de la Méditerranée, du Pacifique et de la mer des Caraïbes.

En 1955, paraît l'étude des coccolithes du Néogène d'Algérie due à M. Gardet. J'ai eu la possibilité d'examiner les préparations en milieu stable (baume de Canada) faites par M. Gardet pour le microscope photonique et bien qu'ayant étudié des échantillons du même bassin, je n'ai retrouvé aucune des espèces qu'elle a créées.

Plusieurs études ont été consacrées au Néogène de Hongrie par M. Baldi-Beke (1960 et 1964) et J. Bóna (1964). A. Bachmann, A. Papp et H. Stradner (1963) étudient la microfaune calcaire et siliceuse ainsi que la nannoflore calcaire du Miocène d'Autriche. En 1967 paraissent plusieurs études basées sur les nannofossiles calcaires : le Langhien d'Allemagne par E. Martini ; le Néogène de la Trinité, de la Jamaïque et du Golfe du Mexique par S. Gartner. W.W. Hay et R.R. Schmidt (1968) publient un travail sur le Pliocène italien. Enfin, en 1969, E. Martini consacre une note au Miocène du Gabon et J.A. Wilcoxon à celui de Californie.

TRAVAUX AYANT PORTE SUR LES LIMITES STRATIGRAPHIQUES DU NEOGENE.

D'autres auteurs se sont attachés à définir les limites du Néogène sur la base des données micropaléontologiques (Foraminifères et nannofossiles calcaires). Seule la limite Oligocène-Miocène semble ne pas avoir été étudiée jusqu'à ce jour.

La limite Miocène-Pliocène a été étudiée par O. L. Bandy (1963) ; O. L. Bandy et M. E. Wade (1967) et T. Saito (1969).

W. H. Akers (1965) ; O. L. Bandy et M. E. Wade (1965 et 1967) ; W. W. Hay et J. E. Boudreaux (1968) ; W. R. Riedel, M. N. Bramlette et F. L. Parker (1963) ; J. E. Boudreaux et W. W. Hay (1969) et T. Saito (1969) ont tenté de définir la limite supérieure du Néogène (Pliocène-Pleistocène). Ces auteurs se sont basés sur l'extinction des Discoasters (fin du Pliocène-début du Pleistocène selon les espèces).

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE II

TECHNIQUES ET METHODES

TRAITEMENT DES ECHANTILLONS.

Les techniques de préparation des échantillons en vue de leur étude au microscope électronique à balayage (délitement, rinçages, préparation des spécimens à métalliser, etc.) ont été mises au point par Melle D. Noël qui me les a enseignées.

1 - EN SUSPENSION - Le but principal de cette méthode est de débarrasser l'échantillon de l'argile qu'il contient.

Les échantillons de roches sont mis à déliter dans de l'eau additionnée de quelques gouttes d'hexamétaphosphate de sodium à 10 % (afin de faciliter la mise en suspension de l'argile) pendant 24 heures. On contrôle le pH, il doit être aux environs de 7, c'est-à-dire pratiquement neutre. Puis on traite ces solutions par les ultrasons pendant 5 à 10 minutes. L'observation d'un simple frottis au microscope photonique permet de suivre et de contrôler les effets des ultrasons. Cette technique produit un très bon délitement des fragments de roches utilisés et un bon nettoyage des nannofossiles en détachant les petites particules argileuses qui, sans cela, restent fréquemment collées sur les coccolithes. Cette élimination des particules argileuses facilite également l'observation fine des éléments constitutifs des coccolithes.

Après avoir ainsi mis l'argile en suspension, il faut en éliminer la plus grande partie en rinçant les échantillons un certain nombre de fois, en les centrifugeant à vitesse modérée après chaque rinçage pendant une minute environ. Cela permet d'obtenir un culot composé presqu'essentiellement de particules assez lourdes (coccolithes, discoasters, cristaux...). Les particules plus légères (argiles en majorité) surnagent, en suspension. J'ai contrôlé fréquemment cette fraction surnageante et j'ai pu constater que les nannofossiles y étaient rarissimes. Le nombre de ces rinçages est très variable, il peut aller de deux à trois fois pour un sédiment trés crayeux à quinze, vingt fois pour un sédiment plus argileux. L'objectif à atteindre est que le liquide surnageant après cette série de rinçages soit absolument limpide ; quelques rinçages supplémentaires, une fois ce stade atteint, ne sont pas superflus. Le résidu de centrifugation, repris à l'eau distillée, est alors prêt pour effectuer des préparations de microscopie photonique ou de microscopie électronique à balayage.

2 - FRAGMENTS DE ROCHES - Le procédé est extrêmement simple, il consiste à examiner des éclats ou de petits fragments de roches de dimensions réduites (environ 12 mm de diamètre et 5 mm d'épaisseur au maximum). Il est commode d'avoir une surface à peu près plane à examiner, cela rend l'observation de l'échantillon plus aisée. Ce mode d'examen des échantillons permet essentiellement d'étudier l'arrangement et l'abondance des nannofossiles par rapport aux autres constituants de la roche.

Source : MNHN, Paris

PREPARATION DES ECHANTILLONS EN VUE DE LEUR ETUDE AU MICROSCOPE PHOTONIQUE.

La méthode la plus couramment utilisée consiste à monter les échantillons dans un milieu stable. Cette technique est simple et bien connue. On fait sécher une goutte de la suspension, obtenue selon le mode de préparation exposé précédemment, sur une lame de verre, on y dépose une goutte de baume du Canada, on le fait cuire à environ 90° C et enfin on recouvre le tout d'une mince lamelle de verre couvre-objet. Ces préparations peuvent se conserver presqu'indéfiniment et les formes étudiées peuvent y être repérées grâce, par exemple, au repérage **England Finder (Graticulé Ltd. Slide)** (1). Le seul inconvénient de ce type de préparation est qu'il immobilise définitivement les coccolithes, on ne peut donc plus les observer que sous un seul angle.

Pour pallier cet inconvénient, on peut faire d'autres préparations en déposant un peu de glycérine sur un peu de suspension séchée. La suspension utilisée, préparée selon la méthode détaillée ci-dessus, a été débarrassée de la plus grande partie de son argile, ce qui fait que les coccolithes ne restent pas collés sur la lame de verre. On peut ainsi, en tapotant légèrement la lamelle couvre-objet, déplacer les nannofossiles et, de ce fait, les observer sur une autre face ou de profil. Les préparations ainsi faites ne se conservent pas au-delà de quelques mois, mais cela est sans importance car elles servent essentiellement à compléter l'étude d'une lame montée avec du baume de Canada.

PREPARATION DES ECHANTILLONS EN VUE DE LEUR ETUDE AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE.

Elle est également très simple et rapide, puisqu'il suffit de rendre la surface de l'échantillon conductrice avant de procéder à l'examen.

On met une goutte de la suspension, obtenue après le traitement exposé ci-dessus et très diluée, à sécher sur une lamelle de verre. On colle ensuite cette lamelle sur un porte-objet métallique (de 12 mm de diamètre) et on évapore sous un vide assez poussé (5.10^{-5} Torr environ) une couche métallique conductrice (l'or-palladium utilisé généralement donne de très bonnes images) en couche mince (200 Å environ). Si c'est un fragment de roche que l'on désire examiner, on le colle directement sur le porte-objet au moyen d'adhésifs divers. Lorsque l'échantillon est isolé électriquement du porte-objet (par exemple par des adhésifs), il est bon d'ajouter un conducteur (comme la laque d'argent) à la limite du porte-objet et de l'échantillon afin que le contact électrique soit le meilleur possible.

OBSERVATION DES ECHANTILLONS.

1 - AU MICROSCOPE PHOTONIQUE.

Ce mode d'observation, le seul employé pendant longtemps et encore très utilisé actuellement par les stratigraphes, est bien connu. On peut grâce à la combinaison des observations en lumière naturelle, en lumière polarisée et une longue pratique, arriver à une très bonne connaissance des coccolithes. J'ai surtout utilisé ce moyen pour avoir une idée de l'abondance des principales espèces et pour observer en lumière polarisée les caractères de certaines formes décrites en microscopie photonique. Là encore le microscope électronique à balayage m'a été utile car après avoir noté certaines particularités en microscopie électronique je réussissais parfois à les observer en microscopie photonique.

(1) Ce mode de repérage consiste en une lame de verre portant un fin quadrillage. Chaque carré porte une lettre et un chiffre et est divisé en quadrants numérotés 1, 2, 3 et 4. Lorsque l'on veut repérer un coccolithe, on substitue la lame England à la préparation sans déplacer la platine du microscope et on note lettre et chiffres correspondant à la position du nannofossile.

Source : MNHN, Paris

2 - EN MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A BALAYAGE.

Le microscope électronique à balayage (Stereoscan) utilise un fin faisceau d'électrons qui permet l'examen direct de la microtopographie de l'échantillon. On peut ainsi observer les aspérités ou autres caractéristiques de surface, observation qui était extrêmement difficile, voire impossible, avec un microscope électronique à transmission.

Les électromicrographies ont été effectuées avec divers appareils : EXA (format 24 X 36 mm) ; Hasselblad (format 6 X 6 cm) ou Polaroïd. Les prises de vues sont rapides (40 secondes en général) et peuvent donc être multipliées sans difficultés.

METHODE DE COMPTAGE DES NANNOFOSSILES CALCAIRES.

J'ai utilisé, à titre d'essai et pour quelques-uns des échantillons, une méthode de comptage des coccolithes et des formes associées : il y a souvent, en effet, plutôt présence de formes caractéristiques en abondance relative diverse plutôt que présence de **marqueurs**. Pour cela, j'ai réalisé des séries de cinq électromicrographies, sur une préparation assez chargée, à un grossissement de 2 000 (à un grossissement inférieur, les formes ne sont plus identifiables ; à un grossissement supérieur, il y a trop peu d'objets dans le champ). On trouvera des exemples de ces électromicrographies sur la planche XL (fig. 1, 2, 3 et 4).

La surface couverte par ces clichés est de 50 X 50 mμ = 2 500 mμ^2, soit pour une série de cinq électromicrographies : 0,00125 mm² ($1{,}25 \times 10^{-2}$ mm²) et le nombre de corpuscules sur une telle surface est approximativement d'une centaine.

J'ai fait plusieurs essais en faisant les électromicrographies dans différentes zones de la surface de l'échantillon ou à la suite les unes des autres. Je n'ai pas observé de variations remarquables dans les proportions obtenues pour chaque forme. Les résultats de ces essais figurent dans le Chapitre V (Principaux résultats géographiques, stratigraphiques et pétrographiques).

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE III

PROVENANCE GEOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE DES ECHANTILLONS

Les échantillons (1), qui ont été examinés dans ce travail, proviennent tous d'Afrique du Nord (Algérie et Maroc) (Fig. 1). J'ai également commencé l'étude d'échantillons néogènes du bassin rhodanien, mais les résultats, encore trop fragmentaires, n'ont pu être utilisés ici.

Fig. 1 : Situation géographique des différents échantillons.
Echelle : 1/12 000 000ème.
..... Limite des bassins néogènes étudiés.

Une première série d'échantillons du Maroc a été envoyée au laboratoire par Monsieur H. Feinberg. Les échantillons notés « **Kh...** » ont été prélevés par G. Suter et proviennent de la partie occidentale de la zone prérifaine (région de Karia Ba Mohamed). Les échantillons « **PK...** » ont été récoltés par H. Feinberg sur la côte atlantique. Ces échantillons sont intéressants pour deux raisons : H. Feinberg en a déterminé les Foraminifères planctoniques, ce qui lui a permis de les

(1) Tous ces échantillons m'ont été fournis par différents géologues et j'ai fait suivre leur référence des initiales de ces personnes.

Source : MNHN, Paris

localiser par rapport aux zones de Foraminifères proposées à Bologne en 1968 (*Zonation Méditerranéenne Standard*) ; d'autre part ces échantillons se sont révélés riches en nannofossiles calcaires. J'ai situé ces zones par rapport aux zones établies par W.H. Blow en 1969 toutes les fois que cela a été possible (1).

J'ai également étudié trois échantillons oligocènes de même provenance (dont les Foraminifères planctoniques n'ont pas été déterminés) afin de me familiariser avec les formes de cet étage.

- **Kh 14 (H.F.)** : Oligocène, route de Ouezzane, sur le rebord ouest de la terrasse du point 163 (feuille au 50 000ème, Had Kourt). Marnes ocres, légèrement sableuses.

- **Kh 20 (H.F.)** : Oligocène provenant d'un éperon situé au Sud-Est du koudiat Teffont (à l'Ouest de la route d'Ouezzane). L'échantillon a été prélevé dans un ravinement des marnes claires et se présente sous forme de marnes grises indurées (feuille au 50 000ème, Had Kourt).

- **Kh 24 (H.F.)** : Oligocène situé dans le jbel Aïn Berrout ; marnes grises indurées (feuille au 50 000ème, Had Kourt, NE).

- **Kh 271 (H.F.)** : Miocène, zone à *Catapsydrax dissimilis*, c'est-à-dire zone N 5 à *Globoquadrina dehiscens praedehiscens* et *Globoquadrina dehiscens dehiscens* de W. H. Blow (1969) ce qui correspond approximativement à l'Aquitanien supérieur, prélevé à l'extrémité sud-est de Zrharet (Sud-Est de Fersion) ; marnes sableuses ocres, mal litées (feuille au 50 000ème, Had Kourt, NW). Cet échantillon contient 36% de carbonate de calcium (2).

- **Kh 280 (H.F.)** : Miocène (zone à *Orbulina s. l.*, c'est-a-dire zone N 9 à *Orbulina suturalis* et *Globorotalia peripheroronda* de W.H. Blow, soit à peu près base du Langhien) (3) provenant du versant sud du koudiat de Dar Mnijel (Sud-Est de Fersion). Marnes gréseuses claires, mal litées, localement détritiques (feuille au 50 000ème, Had Kourt, NW). Pourcentage de carbonate de calcium : 37,3 %.

- **Kh 229 (H.F.)** : Miocène (position stratigraphique semblable à **Kh 280**) récolté sur le talus situé à l'Ouest du plateau villafranchien de Beni Oual (feuille au 50 000ème, Had Kourt, NW) ; marnes sableuses beiges claires. Proportion de carbonate de calcium : 36,6 %.

- **PK 821 (H.F.)** : Miocène supérieur, Messinien, c'est-à-dire zones 17-18 de W.H. Blow, provenant d'un ravin situé sous la piste descendant vers l'Oued Akkreck (feuille au 50 000ème, Temara). Marnes indurées roses contenant 35,9 % de carbonate de calcium.

- **PK 827 (H.F.)** : Echantillon pliocène, zone à *Globoratalia margaritae*, sous-zone à *Globorotalia puncticulata (Z.M.S.)*, soit zones N 19 à N 21 (4), recueilli dans la carrière située en bordure de la route secondaire allant de Souk Akkreck à Rabat-Aviation (feuille au 50 000ème, Temara). Marnes claires indurées.

Monsieur le Professeur R. Laffitte m'a rapporté d'Algérie un certain nombre d'échantillons miocènes et pliocènes dont Madame G. Glaçon a bien voulu déterminer les Foraminifères planctoniques afin de situer ces échantillons par rapport aux zones biostratigraphiques de W. H. Blow. Cette étude n'a malheureusement pas pu être faite sur tous les échantillons, car, généralement, les quantités dont je disposais, largement suffisantes pour l'étude du nannoplancton, étaient parfois trop faibles pour qu'une étude valable de la microfaune planctonique ait pu être réalisée.

(1) Les noms d'étages sont donnés à titre indicatif car le rapport avec les zones biostratigraphiques n'est pas toujours aisé à établir.

(2) Pourcentage de carbonate de calcium mesuré par calcimétrie à froid.

(3) Le terme de Langhien est ici utilisé dans la définition donnée par M.B. Cita et I. Premoli-Silva (1968).

(4) Je n'ai pu corréler plus précisément la sous-zone à *Globorotalia puncticulata* avec les zones de W.H. Blow.

Source : MNHN, Paris

- **68-24 (R.L.)** : Miocène intérieur du bassin d'El Outaya, prélevé entre El Outaya et Fontaine des Gazelles (carte topographique au 50 000ème N°290, El Outaya). Marnes claires, très indurées, dont le pourcentage de carbonate de calcium atteint 22,8 %.

- **68-1 (R.L.)** : Miocène supérieur du bassin du Chéliff se situant au plus bas dans la zone N 9 à *Orbulina suturalis* et *Globorotalia peripheroronda* (soit Langhien inférieur), provenant dd'un affleurement situé au Nord de la route allant d'Aïne Mérane (Rabelais) au koudiat El Biod (carte géologique aù 50 000ème N° 81, Warnier) et se présentant sous forme de tripolis argilo-calcaires très blancs avec une proportion de carbonate de calcium s'élevant à 25,7 %.

- **68-2 (R.L.)** : Echantillon miocène supérieur prélevé environ 1 mètre au-dessus du précédent; c'est un niveau calcaire (35,9 % de Ca CO3).

- **68-3 (R.L.)** : Miocène supérieur se situant au plus bas dans la zone N 14 à *Globigerina nepenthes* et *Globorotalia siakensis* et au plus haut dans N 16, zone à *Globorotalia acostaensis* et *Globorotalia merotumida,* c'est-à-dire dans la zone qui va du sommet du Langhien au début du Messinien. Echantillon du bassin du Chéliff recueilli entre Taougrit (Paul Robert) et le Guelta, dans le synclinal de Souk El Arba (carte géologique au 50 000ème, N° 80, Kramis). Il se trouve sous le niveau à tripolis (partie terminale du Miocène dans cette région); c'est donc la partie inférieure du Miocène supérieur. Marnes gris-verdâtres indurées contenant 36,7 % de carbonate de calcium.

- **68-8 (R.L.)** : Cet échantillon provient (tout comme **68-9**) du Miocène supérieur de la cluse du Chéliff, près du douar Chouakria, à l'Est de Bellevue (Sour Kelmitou), (carte géologique au 50 000ème N° 83, Bosquet). **68-8** se rapporte à la zone N 13 à *Sphaeroidinellopsis subdehiscens subdehiscens* et *Globigerina druryi,* c'est-à-dire daté du Langhien moyen. Marnes sableuses plus ou moins compactes avec une proportion de 26,5 % de carbonate de calcium.

- **68-9 (R.L.)** : Marnes gris clair indurées, plus riches en calcaire que celles de **68-8** puisqu'elles contiennent 37 % de carbonate de calcium. Echantillon provenant du même gisement que le précédent, mais un peu plus élevé dans la série stratigraphique puisqu'il se trouve dans l'intervalle N 14 à N 16 (fin du Langhien à début du Messinien) comme **68-3.**

- **68-6 (R.L.)** : Pliocène, zone N 19 à *Sphaeroidinella dehiscens dehiscens* et *Globoquadrina altispira altispira* à zone N 21 à *Globorotalia tosaensis tenuitheca,* prélevé environ 300 mètres sous le sommet du Pliocène de l'Oued Bezouguert (carte géologique au 50 000ème N° 80, Kramis). Marnes beiges indurées contenant 19,8 % de carbonate de calcium.

- **68-14 (R.L.)** : Echantillon pliocène (niveau à *Pycnodonta),* du bassin du Chéliff, de même situation stratigraphique que le précédent et qui provient du douar Sidi Brahim (carte géologique au 50 000ème N° 103, Bosquet). Marnes un peu sableuses et feuilletées avec 27 % de carbonate de calcium.

Madame G. Glaçon m'a aimablement fourni des échantillons d'Algérie dont elle a déterminé les Foraminifères planctoniques. J'ai étudié les suivants :

- **66 A 26 (G.G.)** : Echantillon du Hodna daté du Burdigalien (zone N 8 à *Globigerinoides siccanus* et *Globigerinatella insueta*) et provenant ainsi que **66 A 23 (G.G.)** de la pente orientée S-SW du Kef El Abiod, situé au N - NE de Ras El Aïoun (feuille au 50 000ème, Ras El Aïoun).

- **66 A 23 (G.G.)** : Echantillon du sommet du Burdigalien (sommet de la zone N 8).

- **864 (G.G.)** : Echantillon du Hodna récolté ainsi que le suivant par R. Guiraud sur une coupe, orientée Nord-Sud, faite à l'Ouest du Hodna, dans le Djebel Soubella (carte géologique au

Source : MNHN, Paris

50 000ème, Souk Ouled Nadja) et situé dans la zone N 8 à *Globigerinoides siccanus* et *Globigerinatella insueta* soit Burdigalien.

- **874 (G.G.)** : Echantillon de même provenance et de même niveau stratigraphique que le précédent.

Enfin, Monsieur le Professeur G. Deflandre m'a confié un peu de l'échantillon du *Sahélien* d'El Mehdi (Saint Denis du Sig, Miocène supérieur d'Oranie, carte géologique au 50 000 N° 182, St Denis du Sig). Les résultats de l'étude de cet échantillon ont été publiés, pour la plus grande partie, dans le travail de G. Deflandre et Ch Fert (1954). J'ai pensé qu'il serait bon de revoir les formes contenues dans ce sédiment en microscopie électronique à balayage. Une liste des espèces ainsi réaximinées est donnée dans le chapitre V (p. 102).

W. W.Hay et R. R. Smidt (*in* Hay et *al.*, 1967) n'ont pas étudié cet échantillon (G. Deflandre, communication orale) ; mais ils l'ont placé, d'après les résultats des travaux de G. Deflandre, dans la zone à *Scyphosphaera amphora*, ce qui correspond aux zones N 17-N 18 de W. H. Blow, c'est-à-dire au Miocène tout à fait supèrieur.

Pour résumer tous les renseignements concernant les différents échantillons, j'ai pensé qu'il serait bon d'en donner un tableau. J'ai essayé, lorsque cela a été possible, de replacer les échantillons dans l'ordre stratigraphique.

Echantillons	Zones de Blow	Stratigraphie	Localisation géographique
PK 827 (H.F.)	N 19 - N 21	Pliocène	Maroc (Côte atlantique)
68-14 (R.L.)	N 19 - N 21	id	Algérie (Chéliff)
68-6 (R.L.)	N 19 - N 21	id	id id
PK 821 (H.F.)	N 17 - N 18	Messinien	Maroc (Côte atlantique)
El Mehdi (G.D.)	N 17 - N 18	Miocène	Algérie (Chéliff)
68-3 (R.L.)	N 14 - N 16	id	id id
68-9 (R.L.)	N 14 - N 16	id	id id
68-8 (R.L.)	N 13	id	id id
Kh 229 (H.F.)	N 9 - N 10 ?	id	Maroc (Rif)
68-1 (R.L.)	N 9	id	Algérie (Chéliff)
68-2 (R.L.)	N 9	id	id id
Kh 280 (H.F.)	N 9	id	Maroc (Rif)
66 A 23 (G.G.)	N 8	id	Algérie (Hodna)
66 A 26 (G.G.)	N 8	id	id id
864 (G.G.)	N 8	id	id id
874 (G.G.)	N 8	id	id id
Kh 271 (H.F.)	N 5	id	Maroc (Rif)
68-24 (R.L.)		id	Algérie (Bassin d'El Outaya)
Kh 24 (H.F.)		Oligocène	Maroc (Rif)
Kh 20 (H.F.)		id	id id
Kh 14 (H.F.)		id	id id

Pour terminer ce chapitre, je voudrais combler ici une lacune. Je n'ai pas pu, dans mon étude sur *Helicosphaera carteri* (M. Clocchiatti, 1969), localiser très précisément dans l'espace et dans le temps les échantillons qui avaient servi à ce travail (je ne possédais pas encore la totalité de ces renseignements). En voici la liste, on retrouvera ci-dessus les détails complémentaires de stratigraphie et de localisation géographique :

- **68-1 (R.L.)** : Figures 1a, 1b (planche 1) ; figure 3 (planche 2) ;

- **68-3 (R.L.)** : Figures 2a, 2b et 3 (planche 1) ; 1a, 1b, 1c, 1d, 2 (planche 2) ; 1, 2, 5a et 5b (planche 3) ;

Source : MNHN, Paris

- **El Mehdi (G.D.)** : Figures 3 et 4 (planche 3) ;

- **PK 821 (H.F.)** : Figure 4 (planche 1) ;

- **68-14 (R.L.)** : Figures 6a et 6b (planche 3) ;

- **PK 827 (H.F.)** : Figure 5 (planche 1).

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE IV

ETUDE SYSTEMATIQUE

Les Coccolithophoridés (nom utilisé par les géologues) ou Coccolithinées (nom utilisé par les botanistes) sont des Algues calcaires unicellulaires appartenant aux Chrysomonadines. Elles sont en majorité marines, certaines espèces vivent dans les eaux douces ou saumâtres. Ces algues microscopiques vivent dans le plancton, actuellement elles sont cosmopolites.

La cellule possède une sorte de squelette externe (= coccosphère) constitué d'éléments de calcite (= coccolithes) noyés dans la couche externe de la membrane. La plus grande partie du cytoplasme ainsi que le noyau, les plastes et les autres constituants cellulaires, sont enfermés dans la coccosphère.

La cellule possède deux flagelles : un mobile et un droit qui sortent par l'ouverture de la coccosphère quand elle est distincte ou par un intervalle quelconque entre les coccolithes. Ce passage a parfois été appelé improprement *bouche* et l'ensemble des coccolithes la circonscrivant *zone péribuccale*. On parle plus justement de **zone périflagellaire.** Cette zone porte parfois des coccolithes différents de ceux couvrant le reste de la cellule. Il peut également y avoir, placés de diverses façons sur la coccosphère, des coccolithes différenciés, voire *spécialisés*, comme les lopadolithes équatoriaux de *Scyphosphaera* que l'on interprète généralement comme des organes de flottaison.

Il faut aussi noter que E. Kamptner (1941, pl. XV, fig. 152 - 154) a décrit des cellules recouvertes de coccolithes appartenant à deux espèces distinctes dans la littérature. Cet auteur cite plusieurs exemples ; selon lui il s'agirait de formes hybrides.

Le cycle biologique des Coccolithophoridés comprend généralement deux phases : une phase mobile et une phase immobile (dans ce cas, il y a perte des flagelles). Les cellules des deux phases correspondent parfois à deux types morphologiques distincts ainsi que l'ont observé M. Parke et I. Adams (1960) avec *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller (1) et *Crystallolithus hyalinus* Gran et Braarud.

La reproduction peut se faire à l'état mobile par simple division longitudinale ou à l'état non mobile avec des modalités plus complexes.

En ce qui concerne la sécrétion des coccolithes, il existe diverses observations aboutissant à deux modes possibles de formation :

- H. Lohmann (1902) a signalé le premier la présence de coccolithes **au centre de la cellule.** Les coccolithes se formeraient à l'intérieur de la cellule puis migreraient vers l'extérieur. Ce mode de sécrétion est très controversé.

(1) Les noms d'auteurs ne sont donnés que lors de la première citation de chaque espèce afin de ne pas alourdir le texte inutilement.

Source : MNHN, Paris

- Les coccolithes sont formés sur place, **à la périphérie de la cellule.** Dans leur remarquable travail de 1960, M. Parke et I. Adams ont observé au microscope électronique chez *Crystallolithus hyalinus* des « écailles » sur lesquelles s'agglutinent de minuscules cristaux de calcite (430 à 2 500 Å).

K.M. Wilbur et N. Watabé (1963) ont très bien étudié et analysé la calcification des coccolithes de *Coccolithus huxleyi* (*Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay et Mohler). Les coccolithes sont formés dans une matrice organique localisée au centre de la cellule. La calcification se fait à partir de plusieurs centres situés dans la matrice prés de la base du futur coccolithe ; elle progresse à partir de chaque centre vers le haut, puis vers la périphérie. La forme du coccolithe est vraisemblablement déterminée avant la calcification par la forme de l'aire privilégiée où se fait celle-ci. La calcification n'emplit pas totalement cette aire, mais elle en suit le contour général.

La classification des Coccolithophoridés et des groupes associés est essentiellement morphologique car les études des formes vivant dans les océans et les mers actuels restent localisées à quelques espèces. Pour celles-ci, on arrive à une bonne connaissance de leur biologie, on peut observer de nombreuses coccosphères bien conservées et ainsi classer ces formes en tenant compte de tous leurs caractères ; mais pour les espèces fossiles le problème est différent. Il sera toujours difficile sinon impossible d'interpréter les espèces ayant vécu au cours des différentes périodes géologiques et qui ont aujourd'hui disparu. Les coccosphères fossiles entières sans être rares ne sont jamais très abondantes et ne concernent que quelques espèces. Il s'agit essentiellement de placolithes car l'emboîtement de cette forme de coccolithes les uns dans les autres est pratiquement le seul à assurer une trés bonne cohésion à l'ensemble. Pour ma part, je n'ai observé de coccosphères que de quatre espèces lesquelles se groupent en trois genres : *Coccolithus, Cyclococcolithus* et *Helicosphaera.* De plus, des travaux de plus en plus nombreux : T. Braarud et ses élèves ; M. Parke et I. Adams (1960), etc. se sont attachés à l'étude du cycle des coccolithes et le récent travail de I. Manton et G.F. Leedale (1969, pl. 4, fig. 18-20) a trés bien montré l'extrême diversité morphologique des coccolithes de *Coccolithus pelagicus.*

Tous ces faits montrent combien une classification des Coccolithophoridés fossiles est délicate et combien il faut être prudent avant de nommer de nouveaux taxons.

J'ai suivi, dans ce travail, la classification proposée par D. Noël (1965). Cette classification, ou du moins son principe, a d'ailleurs déjà été reprise par plusieurs auteurs (M. Black, D. Bukry, etc.). J'ai été amenée à adapter cette classification car elle a été établie pour des formes secondaires en y introduisant quelques familles créées par différents auteurs, et ceci afin d'y admettre tous les genres rencontrés dans cette étude.

Bien qu'il puisse être satisfaisant pour l'esprit de ranger les divers coccolithes fossiles dans des familles, des sous-familles, etc., je n'ai utilisé ici que les familles, les sous-familles se réduisant trop souvent à un seul genre.

La classification utilisée se présente donc comme suit :

A - ORDRE DES HELIOLITHES *(HELIOLITHAE)* DEFLANDRE 1952.

I - FAMILLE DES *COCCOLITHACEAE* KAMPTNER 1928.

genre *COCCOLITHUS* SCHWARZ 1894.

genre *CRUCIPLACOLITHUS* HAY ET MOHLER 1967.

genre *CYCLOCOCCOLITHUS* KAMPTNER 1954.

genre *DICTYOCOCCITES* BLACK 1967.

genre *HELICOSPHAERA* KAMPTNER 1954.

Source : MNHN, Paris

genre *RETICULOFENESTRA* HAY, MOHLER et WADE 1966.

genre *RHABDOSPHAERA* HAECKEL 1894.

II - FAMILLE DES *ZYGOLITHACEAE* NOEL 1965, *emend.* 1970.

genre *DISCOLITHUS* KAMPTNER 1948 EX DEFLANDRE 1952.

genre *PONTOSPHAERA* LOHMANN 1902.

genre *SCYPHOSPHAERA* LOHMANN 1902, *emend.* 1942 DEFLANDRE.

III - FAMILLE DES *SPHENOLITHACEAE* DEFLANDRE 1952.

genre *SPHENOLITHUS* DEFLANDRE 1952.

B - ORDRE DES ORTHOLITHES *(ORTHOLITHAE)* DEFLANDRE 1952.

I - FAMILLE DES *THORACOSPHAERACEAE* SCHILLER 1930.

genre *THORACOSPHAERA* KAMPTNER 1927.

II - FAMILLE DES *DISCOASTERACEAE* TAN SIN HOK 1927

genre *DISCOASTER* TAN SIN HOK 1927.

genre *DISCOASTEROIDES* BRAMLETTE ET SULLIVAN 1961.

C - *INCERTAE SEDIS.*

genre *HAYELLA* GARTNER 1969.

genre *LITHOSTROMATION* DEFLANDRE 1942.

A - ORDRE DES HELIOLITHES *(HELIOLITHAE)* DEFLANDRE 1952.

Ce sont des cellules couvertes de coccolithes (*sensu stricto)* à structure héliolithique c'est-à-dire produisant une croix noire en microscopie photonique et en lumière polarisée.

I - FAMILLE DES *COCCOLITHACEAE* KAMPTNER 1928.

« Coccolithes circulaires ou elliptiques composés de deux disques superposés, étroitement accolés ou unis entre eux par un tube médian ; chacun des disques est constitué d'un ou de plusieurs cycles concentriques d'éléments ; certaines formes présentent, au centre du disque supérieur, une hampe plus ou moins développée et de structure variée ».

Ces caractères sont ceux proposés par D. Noël (1970).

Source : MNHN, Paris

Genre *COCCOLITHUS* SCHWARZ 1894.
- 1894, genus *Coccolithus* Schwarz, p. 346.

DIAGNOSE DU GENRE:

Coccolithes elliptiques formés de deux disques réunis par un tube (=placolithe). Les disques sont concaves sur la face proximale. Le disque distal est plus grand que le proximal. Le disque proximal possède deux cycles d'éléments.

GENEROTYPE : *Coccolithus pelagicus* (Wallich) SCHILLER 1930.

COCCOLITHUS BISECTUS (Hay, Mohler et Wade) BRAMLETTE ET WILCOXON 1967.
Fig. 2 ; Pl. III, fig. 3, 4a-b, 5a-b.

- * 1966, *Syracosphaera bisecta* Hay, Mohler et Wade, p. 393, pl. 10, fig. 1-6 (1) (F.M.G., n° 4 079-4080) (2).
- 1967a, *Coccolithus bisectus* (Hay, Mohler et Wade) Bramlette et Wilcoxon, p. 102, pl. 4, fig. 11-13.
- * 1968, *Stradnerius dictyodus* (Deflandre) Haq *(pro parte)*, p. 31-32, pl. 2, fig. 7, 8 ; pl. 3, fig. 4, 7, 8 (*non* pl. 2, fig. 5, 6 ; pl. 3, fig. 1, 2, 5, 6 ; pl. 4, fig. 3, 6), (F.M.G., n° 5 210, 5 212, 5 213).

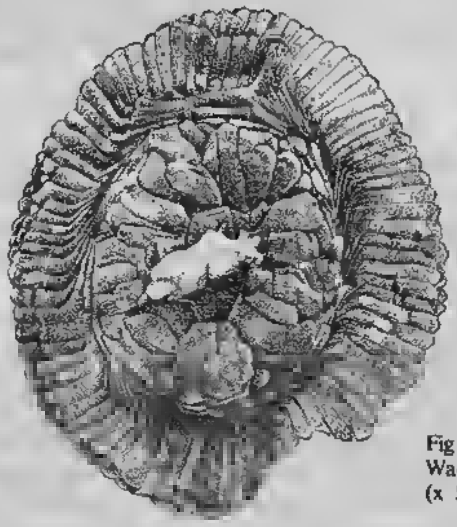


Fig. 2 : *Coccolithus bisectus* (Hay, Mohler et Wade) Bramlette et Wilcoxon, face distale (x 5 000 environ).

DESCRIPTION :

Selon W. W. Hay, H. P. Mohler et M. E. Wade la diagnose de cette espèce est : « *Rim with about 66 wedge-shaped segments strongly imbricate dextrally in distal view, sutures inclined slightly clockwise, central area within multiple cycles of imbricate tabular elements* ».

Les exemplaires examinés correspondent tout à fait à cette définition.

(1) Les citations précédées d'un astérisque contiennent au moins une figuration en microscopie électronique.

(2) Cette référence ainsi que celles qui suivent renvoient au Fichier Micropaléontologique Général (séries 17-18, 20-21) de G. Deflandre et M. Deflandre-Rigaud (1967 et 1970) cité dans la bibliographie.

Source : MNHN, Paris

Chez toutes les formes que j'ai pu observer, le disque distal est constitué de 75 à 80 éléments, soit un nombre nettement plus élevé que chez les formes étudiées par W. W. Hay, H. P. Mohler et M. E. Wade (66 éléments) ; mais par ailleurs la similitude de forme et du mode d'imbrication de ces éléments externes est totale avec les figurations de ces auteurs.

L'aire centrale compte un nombre très variable (12 à 20) d'éléments de taille assez diverse, de forme plus ou moins trapézoïdale et disposés en un cycle principal. Sur le bord externe de ce cycle, on aperçoit de petits éléments qui sont généralement interprétés comme des cycles supplémentaires (c'est la position de W.W. Hay, H.P. Mohler et M. E. Wade, 1966 : *central area within multiple cycles)* disposés en couches superposées. Les électromicrographies dont je dispose, celles de la planche III (fig. 3, 4 a-b, 5 a-b) et d'autres, me font également pencher pour cette hypothèse. Pour avoir une certitude, il faudrait observer des spécimens brisés.

Sur plusieurs des spécimens étudiés et en particulier sur celui représenté sur les figures 5a et 5b (planche III) et sur la Figure 2 du texte, il subsiste la base d'une hampe, peut-être certains spécimens en sont-ils pourvus. Mais aucune certitude ne pourra être acquise en la matière sans l'observation de coccosphères entières.

Je n'ai pas observé de *Coccolithus bisectus* en vue proximale.

Les figures 4a et 4b de la planche III représentent une forme légèrement différente, peut-être est-elle hypercalcifiée par rapport aux autres exemplaires étudiés.

En lumière polarisée, *Coccolithus bisectus*, selon W. W. Hay, H. P. Mohler et M. E. Wade, se comporte comme un discolithe. M. N. Bramlette et J. A. Wilcoxon (1967a) ont noté que les figures obtenues en lumière polarisée ne peuvent en aucun cas être rapportées à un *Syracosphaera* ainsi que l'ont fait W. W. Hay, H. P. Mohler et M. E. Wade. J'ai pu faire la même constatation sur les formes étudiées en microscopie photonique. Cependant les microphotographies publiées par W. W. Hay, H. P. Mohler et M. E. Wade (1966, pl. 10, fig. 1-3) et celles de M. N. Bramlette et J. A. Wilcoxon (1967a, pl. 4, fig. 11-13) sont semblables, ce qui montre bien qu'il s'agit des mêmes formes. Dans les deux cas, sur les figurations, la zone centrale semble plus petite qu'elle ne l'est quand on l'observe au microscope électronique.

L'attribution de cette espèce au genre *Syracosphaera* ne me semble pas bonne et ceci pour deux raisons. Les figures de cette forme obtenues en lumière polarisée ne sont pas celles habituellement données par un *Syracosphaera* (1). W. W. Hay, H. P. Mohler et M. E. Wade (1966) ont classé cette forme sous le nom de genre *Syracosphaera* (coque dimorphe (2)), mais ils n'explicitent pas leur choix et ne donnent pas d'exemple de coccolithes portant une hampe. Bien que j'ai observé et figuré (planche III, fig. 5 a-b) de tels coccolithes, je n'adopterai pas ici la position de ces auteurs.

U. Z. Bilal ul Haq (1968) a proposé le genre *Stradnerius* avec pour générotype *Stradnerius dictyodus* (Deflandre et Fert) Haq. Il a mis en synonymie *Stradnerius dictyodus* et *Syracosphaera bisecta*. Mais le genre *Stradnerius* est illégitime selon le Code International de Nomenclature Botanique (article 63 (3)) car le générotype, *Stradnerius dictyodus*, est mis en synonymie avec le générotype de *Dictyococcites* Black 1967. Par ailleurs, il y a peu de raisons de considérer qu'il puisse y avoir une hypercalcification de *Discolithus dictyodus* (G. Deflandre, communication personnelle) comme celle sous entendue par les figurations de U. Z. Bilal ul Haq (1968, pl. 2, fig. 7, 8 ; pl. 3, fig. 7 ; pl. 4, fig. 3, 6) et celle observable sur le spécimen reproduit sur les figures 4a et 4b de la planche III. Dans le même travail, U. Z. Bilal ul Haq figure plusieurs faces

(1) Comme par exemple, les figurations de *Syracosphaera pulchra* Lohmann publiées par J.E. Boudreaux et W.W. Hay (1969, pl. VIII, fig. 7-8).

(2) « caneoliths... of the circumflagellar cycle bearing a central spine » (W.W. Hay, H.P. Molher et M.E. Wade, 1966, p. 393).

(3) Article 63 : *« un nom est illégitime et doit être rejeté si, lors de sa publication, il était superflu du point de vue de la nomenclature, c'est-à-dire si le taxon en cause, tel que délimité par son auteur, incluait le type du nom ou de l'épithète qui s'imposait selon les règles ».*

Source : MNHN, Paris

proximales de *Stradnerlus dictyodus*. Cet auteur n'indique pas pour quelles raisons il rattache ces faces aux faces distales ; en l'absence d'arguments en faveur de cette hypothèse, je préfère continuer de distinguer les deux espèces.

Comme l'ont fait M. N. Bramlette et J. A. Wilcoxon (1967a), l'attribution de cette espèce au genre *Coccolithus* Schwarz me semble plus satisfaisante, ceci à cause des caractères observables en microscopie photonique et électronique à balayage que je viens de rappeler ci-dessus.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène supérieur, Nord-Ouest du Caucase, W. W. Hay, H. P. Mohler et M. E. Wade, 1966 ; Allemagne du Nord-Ouest, U.Z. Bilal ul Haq, 196g, forme abondante ;
- Oligocène inférieur (commun) et base de l'Oligocène supérieur (plus rare), Trinité (Antilles), M. N. Bramlette et J. A. Wilcoxon, 1967a ;
- Oligocène, zone prérifaine (Kh 14, H.F.) ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G.), zone prérifaine du Maroc (Kh 229, Kh 271, H.F.) ;
- Pliocène, Chéliff (6g-14, R.L.).

Dans tous les échantillons où je l'ai étudié, *Coccolithus bisectus* est commun. Il est peut-être remanié de l'Eocène supérieur ou de l'Oligocène inférieur.

COCCOLITHUS MARISMONTIUM BLACK 1964.
Pl. IV, fig. 1, 2, 3, 4, 5a, 5b, 6.

- * 1964, *Coccolithus marismontium* Black, p. 309, pl. 51, fig. 1-4 ; pl. 52, fig. 3 (F.M.G., n°3 595-3 597).- * Black et *al.*, p. 514, pl. 44, fig. a (F.M.G., n°3 594).
- * 1966, Haq, p. 28, pl. 1, fig. 1, 2 (F.M.G., n°3 59g).

DESCRIPTION :

Selon M. Black ce sont des « *elliptical to nearly circular placoliths with the smaller shield about three-quarters the diameter of the larger, each consisting of narrow slightly flexuous rays, between 38 and 65 in number, not appreciably overlapping* ».

DIMENSIONS :

Holotype 6,9 x 6,0 μ (grand disque), 5,2 x 5,1 μ (petit disque), 2,0 x 1,5 μ (*pore* (1)).

Chaque disque comporte 50 éléments.

Ordre de dimensions des autres spécimens :

- grand disque : 5 à 8 μ de longueur,
- petit disque : 4 à 6 μ de longueur,
- *pore* : 1,2 à 2,5 μ de longueur,
- 38 à 65 éléments à peu près en nombre égal sur les deux disques.

REMARQUES :

La description de M. Black correspond à ce que j'ai pu observer en général. Les éléments de la couronne du disque distal s'enroulent toujours dans le sens dextre alors que parmi les figures

(1) J'ai utilisé ici le terme *pore* de M. Black, il s'agit bien entendu de l'ouverture centrale du coccolithe.

Source : MNHN, Paris

données par M. Black, la figure 2 (planche 51) représente un spécimen dont la couronne tourne dans le sens senestre, il s'agit sans doute d'une mauvaise orientation de la réplique.

Le disque proximal observable sur la figure 1 (planche IV de ce travail) est composé d'éléments disposés radialement autour de l'ouverture centrale. Les figurations de U.Z. Bilal ul Haq (1966, pl.1, fig. 1 et 2) montrent d'ailleurs bien cet arrangement, mais les disques sont partiellement brisés ce qui ne permet pas de juger de leur taille relative.

On peut également noter que la taille de l'ouverture centrale des coccolithes d'une même coccosphère est variable.

A côté de formes très caractéristiques comme celle représentée sur la figure 4 (planche IV), j'ai rencontré, plus rarement il est vrai, des formes semblables à celles des figures 5a et 5b (planche IV). Les dimensions (6,7 x 4,9 μ) et le nombre d'éléments du disque distal (55 environ) correspondent aux chiffres donnès par M. Black. L'ouverture de cette forme (1,3 x 0,8 μ) est nettement plus petite que chez celles étudiées par M. Black. La forme générale est très nettement elliptique, mais la couronne externe du grand disque est partiellement usée sur les bords parallèles au grand axe de l'ellipse, ce qui accentue encore l'aspect ellipsoïdal.

Indépendamment de ces formes isolées, j'ai trouvé des coccosphères entières dont les coccolithes ont une ouverture centrale relativement grande. Selon M. Black (1964), cela indiquerait un mauvais état de conservation. Je ne pense pas qu'il en soit ainsi car il existe (voir plus haut) des coccolithes avec une ouverture plus ou moins grande sur une même coccosphère. Ces coccolithes possèdent toujours une couronne externe et une aire centrale faite de gros éléments. Il n'y a qu'un seul cycle d'éléments dans cette aire centrale quelles que soient les dimensions de l'ouverture. Je pense qu'il s'agit simplement là de variations spécifiques. Par ailleurs, les coccosphères que j'ai observées sont constituées de coccolithes de dimensions légèrement plus grandes que celles données par M. Black. J'ai pu mesurer un disque distal de 9 μ de diamètre environ. U.Z. Bilal ul Haq a également signalé ce fait (1966, p. 26) : il a trouvé des formes ayant jusqu'à 9,5 μ.

Les coccosphères étudiées comprennent, en faisant une évaluation approximative, de 12 à 18-20 coccolithes. Dimensions des coccosphères étudiées : 10,8 à 16,2 μ.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène moyen, côte de Galicie (Espagne), Nord-Est des Bermudes et du Pacifique central, M. Black, 1964 ; M. Black et *al.*, 1964 ;
- Eocène supérieur, Syrie, U.Z. Bilal ul Haq, 1966, forme abondante ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G.) ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-1, 68-2, R.L.), côte atlantique du Maroc et zone prérifaine (PK 821, Kh 229, H.F.) ;
- Pliocène, Chéliff (68-14, R.L.).

Dans tous les échantillons où je l'ai observé, *Coccolithus marismontium* est commun. J'ai également observé cette espèce sous forme de coccolithes isolés et de coccosphères dans l'échantillon (Cl. Lalou) recueilli en Atlantique (Golfe de Gascogne) par 10°40 Ouest et 45°22 Nord et à environ 3 000 mètres de profondeur.

COCCOLITHUS PELAGICUS (Wallich) SCHILLER 1930.

Fig. 3, 4 ; pl. I, fig. 1a - 1d, 2, 3, 4, 5 ; pl. II, fig. 1a - 1d, 2, 3, 4, 5 ; pl. III, fig. 1 (?).

- 1877, *Coccosphaera pelagica* Wallich, p. 348, pl. 17, fig. 1, 2, 5, 8, 9D, 10D (F.M.G., n° 3 605) (1).
- 1902, *Coccolithophora pelagica* (Wallich) Lohmann, p. 138, pl. 5, fig. 58 a ?, 58 c.

(1) On a très lontemps utilisé ce binôme pour désigner des coccolithes très différents les uns des autres, aussi ne citerai-je que les premiers travaux et ceux comportant des figurations en microscopie électronique (*).

Source : MNHN, Paris

- 1930, *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, p. 246, 247, fig. 123 a-d (d'après Murray et Blackmann) (F.M.G., n° 3 606).

non * 1959, Vekshina, p. 72, pl. 1, fig. 7 ; pl. 2, fig. 12 (F.M.G., n° 3 610).

- * 1963, Black, p. 44, pl. 1, fig. 7 (F.M.G., n°3 607).

- * 1965, Black, p. 132, fig. 4 (F.M.G., n° 3 608).

- * 1966, Haq, p. 31, pl. 1, fig. 4 (F.M.G., n° 3 609).

- * 1967, Haq, p. 58, pl. 1, fig. 1, 2 (F.M.G., n° 4 605).- * Mac Intyre et Bé, p. 569, pl. g, fig. A-C. - * Mac Intyre, Bé et Preikstas, p. 11, pl. 4 fig. A,B, (F.M.G., n° 4 606). - * Perch-Nielsen, p. 23, pl. 1, fig. 6-g (F.M.G., n° 4 611). - * Reinhardt *(pro parte)*, p. 204, pl. 1, fig. 1, 2, 5, 6, 19 ; pl. 4, fig. 5, 6 ; pl. 5, fig. 4 ; pl. 6, fig. 7 (*non* pl. 5, fig. 1-3) ; text-fig. 3, 4 (F.M.G., n° 4 607-4 610).

- * 1969, Boudreaux et Hay, p. 256-257, pl. 1, fig. 1-9. - * Clocchiatti, p. 79, pl. 3, fig. 6 a-b.

- * 1970, Bartolini, p. 132-133, pl. 1, fig. 2-7, text-fig. 4.

DESCRIPTION :

En 1877, G.C. Wallich donne de *Coccolithus pelagicus (=Coccosphaera pelagica)* la description suivante : « cellule sphérique, hyaline, avec une paroi membraneuse distincte. Le protoplasme contenu dans la cellule est parfaitement incolore et semblable à du blanc d'œuf. Les coccolithes sont généralement elliptiques, au nombre de 16 à 36 sur la coque, disposés côte à côte et ne se recouvrant pas. L'ouverture centrale du coccolithe est simple, la marge du disque externe est striée finement et radialement. Le disque interne est plat ».

Les dimensions des formes qu'il a observées sont :

- diamètre de la coccosphère de 5 à 32 μ,
- longueur des coccolithes de 3 à 25 μ.

A la lumière des observations en microscopie électronique, on peut proposer pour cette espèce la description ci-après :

Coccosphère sphèrique monomorphe composée d'environ 9 à 20 placolithes elliptiques comprenant un disque distal fortement convexe avec :

- un **cycle** constitué de minces éléments de calcite de forme parallèlipédique se chevauchant, légèrement inclinés ou droits par rapport au bord ;
- une **aire centrale** déprimée, tapissée de petits éléments de forme quadrangulaire disposés à peu près en cycles concentriques (du moins dans le cas des formes néogènes (1)) et percée en son centre d'une ouverture elliptique plus ou moins importante, pouvant atteindre un tiers de la longueur totale du coccolithe et parfois traversée d'une barre dans le sens de la largeur.

Disque proximal (Fig. 3) concave composé de deux cycles d'éléments et d'une aire centrale (en vue proximale) :

- un **cycle externe** d'éléments très petits inclinés dans le sens senestre ;
- un **cycle interne** constitué de lames de calcite se recouvrant les unes les autres et inclinées dans le sens dextre ;
- une **aire centrale** légèrement déprimée, formée de granules de calcite, de taille à peu près uniforme (Fig. 3).

Sur la face distale du disque proximal et sur la face proximale du disque distal on peut voir les éléments de calcite se chevaucher (Pl. I, fig. 1a, 1d). Le disque distal est formé d'une seule couche d'éléments, le cycle externe du disque proximal est constitué par l'extrémité des éléments doublant le cycle interne (voir Fig. 4).

(1) Chez les formes du Tertiaire inférieur, ces éléments sont disposés en files radiales (K. Perch-Nielsen, communication orale).

Source : MNHN, Paris

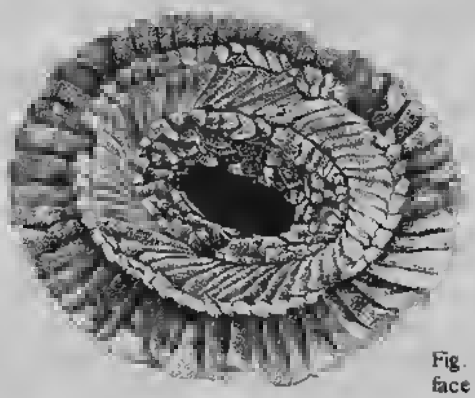


Fig. 3 : *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, face proximale (x 4 600 environ).

Les éléments constitutifs des cycles externe et médian du disque proximal et ceux du disque distal sont, sauf rares exceptions, en même nombre : 33 à 52.

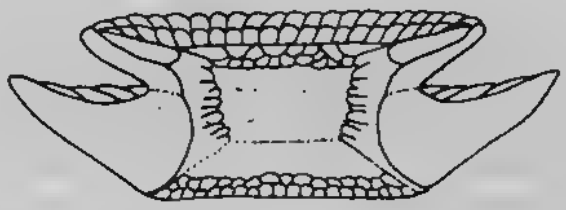
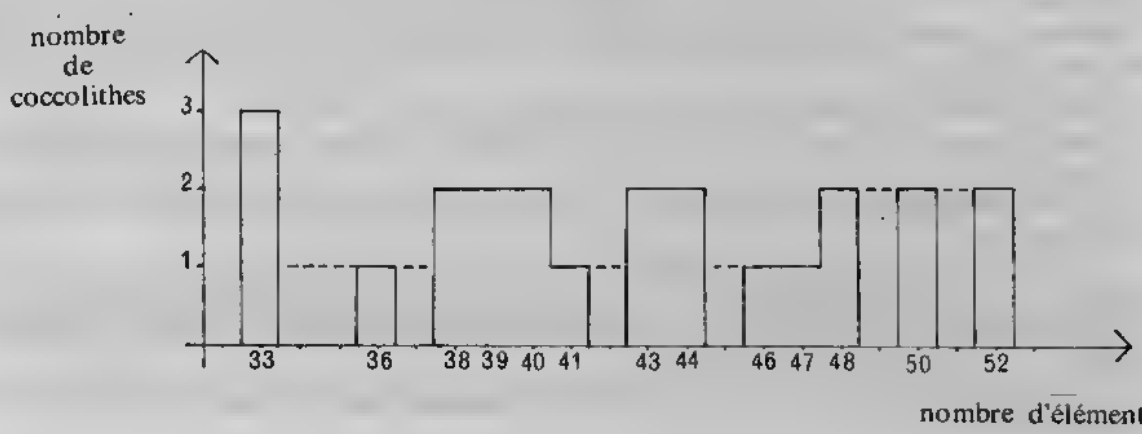


Fig. 4 : *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller, coupe transversale (x 7 000 environ).

REMARQUES :

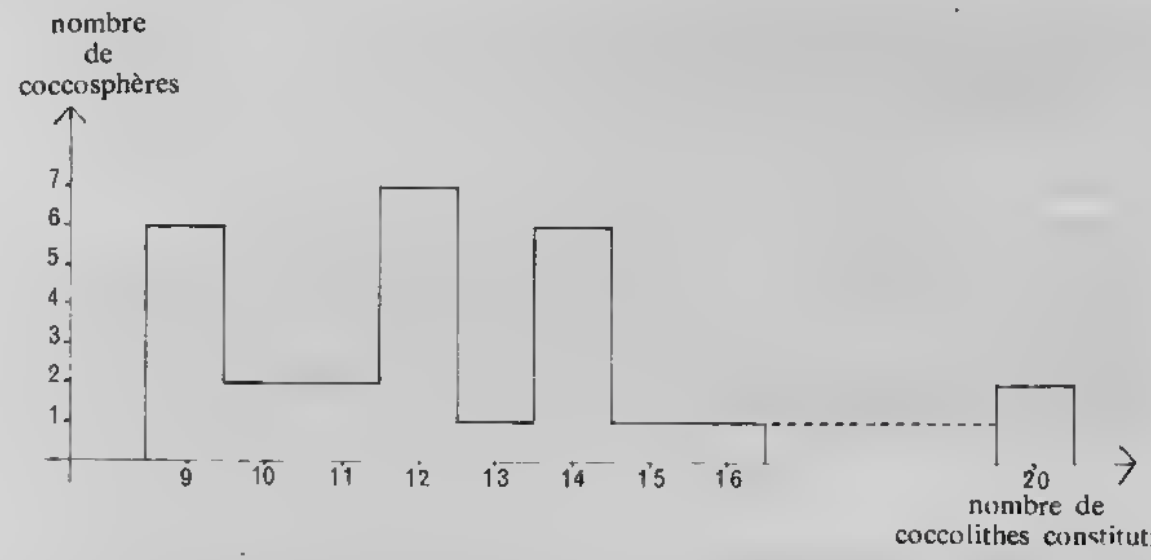
Cette espèce est maintenant très bien connue, de nombreux auteurs l'ont retrouvée et observée dans des sédiments récents et actuels en microscopie électronique. C'est probablement celle dont le cycle biologique a été le mieux étudié.

Des distinctions spécifiques étant fréquemment faites sur le nombre d'éléments constitutifs des disques, j'ai fait des comptages sur les spécimens dont je disposais.



Source : MNHN, Paris

Des coccosphères intactes assez nombreuses m ont permis de dénombrer les coccolithes constitutifs. Ils se répartissent comme suit :



Le mode d'imbrication des coccolithes est particulièrement bien observable sur les figures la de la planche II et 1 de la planche III.

Par ailleurs, j'ai rencontré de nombreux spécimens de *Coccolithus pelagicus* dont les deux cycles externes du disque proximal manquaient, dans ce cas, la cassure est toujours très nette et franche. Quelques coccolithes brisés transversalement m'ont permis l'observation de coupes favorables. L'épaisseur des deux disques et du tube les unissant y est à peu près constante, il semble donc bien que les deux disques et le tube soient formés d'une série d'éléments ayant la forme représentée sur la Figure 4.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

En 1877, G. C. Wallich distinguait *Coccosphaera pelagica* de *Coccosphaera carteri* (actuellement *Helicosphaera carteri)* par le fait que la cellule de la première espèce est sphérique, tandis que l'autre est oblongue et par le fait que l'ouverture centrale du coccolithe est unique chez *Coccosphaera pelagica* et double chez *Coccosphaera carteri.* La première de ces observations est exacte (voir pl. I, fig. 2, 3 ; pl. II, fig. 2, 5 pour *Coccolithus pelagicus* et pl. XVI, fig. 3, 4 a-b pour *Helicosphaera carteri*) ; mais la seconde n'est que partiellement vérifiée car l'ouverture peut être divisée en deux par une barre transversale chez *Coccolithus pelagicus* (pl. I, fig. 3, 4, 5 ; pl. II, fig. 3, 4, 5).

Ces deux formes sont maintenant bien connues et ne peuvent plus être confondues.

Les points de similitude avec *Cruciplacolithus tenuiforatus* sont assez nombreux : morphologie, dimensions, nombre et disposition des éléments de calcite sur les deux disques, etc. La présence d'une croix dans l'ouverture de *Cruciplacolithus* est le critère de reconnaissance le plus sûr. Mais une meilleure connaissance de l'aire centrale du disque distal de *Cruciplacolithus tenuiforatus* et de la coccosphère pourrait peut-être nous apporter d'autres arguments pour distinguer les deux espèces.

Coccolithus eopelagicus (Bramlette et Riedel) Bramlette et Sullivan diffère de *Coccolithus pelagicus* par les dimensions de son grand diamètre qui sont beaucoup plus importantes (16 à 20 μ pour le premier ; 6,5 à 13,5 μ pour le second).

Source : MNHN, Paris

RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène, Allemagne du Nord, P. Reinhardt, 1967 ; Danemark, K. Perch-Nielsen, 1967 ;
- Eocène inférieur, Pakistan ouest, U.Z. Bilal ul Haq, 1967 ;
- Eocène supérieur, Syrie, U.Z. Bilal ul Haq, 1966 ;
- Pliocène, Atlantique, A. Mc Intyre, A.W.H. Bé et R. Preikstas, 1967 ; Algérie, M. Clocchiatti, 1969 ;
- Plio-Pleistocène, carottes Atlantique (Caraïbes), J. E. Boudreaux et W.W. Hay, 1969 ;
- Pleistocène, Atlantique, A. Mc Intyre, A.W.H. Bé et R. Preikstas, 1967 ;
- Actuel, Atlantique, Océan Indien, G.C. Wallich, 1877 ; G. Murray et V.H. Blackmann, 1898 ; Méditerranée, H. Lohmann, 1902 ; J. Schiller, 1930 ; Atlantique, M. Black, 1963 et 1965 ; A. Mc Intyre et A.W.H. Bé, 1967.

Coccolithus pelagicus est présent en abondance dans tous les échantillons étudiés sauf le Pliocène de l'Oued Bezouguert (68-6, R.L.) où il est seulement commun. Cela tient peut-être à une différence de faciès.

COCCOLITHUS SARSIAE BLACK 1962.
Pl. III, fig. 2.

- * 1962,	*Coccolithus sarsiae* Black, p. 125, pl. 8, fig. 2 ; pl. 9, fig. 2-6 (F.M.G., n° 3 614, 3 615).
non * 1965a,	*Coccolithites* cf. *sarsiae* Black, Cohen, p. 12, pl. 13, fig. c-d (F.M.G., n° 3 617).
- * 1966,	*Coccolithus sarsiae* Black, Hay, Mohler et Wade, p. 385, pl. 1, fig. 2-5 (F.M.G., n° 3 616).
- * 1967,	*Coccolithus leptoporus* var. *C* Mac Intyre, Bé et Preikstas, p. 10, pl. 5, fig. C et D (F.M.G., n° 4 586).
- * 1967,	*Cyclococcolithus sarsiae* (Black) Kamptner, Reinhardt, p. 210, pl. 6, fig. 2 (F.M.G., n° 4 587).

DESCRIPTION :

M. Black donne de cette espèce la diagnose suivante :

« coccoliths consisting of two elliptical shields, the outer shield being slightly larger than the inner. The outer shield consists of a brim of about forty radial rays, surrounding an elliptical central area about half the width of the entire shield. The rays of the brim are straight-sided and flat-faced, with surfaces resembling smoothly developed crystal-faces. Neighbouring rays overlap by at least half their breadth and usually meet the periphery at an oblique angle. The central area is deppressed towards the middle, and is floored by irregularly arranged granules of calcite ».

DIMENSIONS :

Holotype : grand disque, 6, 4 à 6,0 μ (39 éléments) ; aire centrale 3,9 x 2,8 μ.

Sur les spécimens de *Coccolithus sarsiae* que j'ai pu observer, la longueur varie de 6,3 à 9 μ et la longueur de l'aire centrale de 3,7 à 4,6 μ. Le nombre des éléments est d'environ 40, il se situe en effet entre 37 et 41.

Source : MNHN, Paris

REMARQUES :

M. Black (1962) reconnait lui-même que cette espèce est voisine de *Coccolithus pelagicus*. Cependant il note que *Coccolithus sarsiae* est plus petit, a seulement une quarantaine d'éléments radiaux et que surtout les éléments tapissant la zone centrale sont de forme irrégulière, à contours arrondis, tandis que ceux de *Coccolithus pelagicus* sont rhomboédriques.

A mon avis, c'est ce dernier caractère qui distingue le mieux les deux formes, car chez *Coccolithus pelagicus* la taille et le nombre d'éléments sont assez variables.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène supérieur, Nord-Ouest du Caucase, W.W. Hay, H.P. Mohler et M.E. Wade, 1966 ;
- Tertiaire supérieur, dragage effectué au large de la côte ouest de l'Angleterre, M. Black, 1962 ;
- Pliocène, Atlantique, A. Mac Intyre, A.W.H. Bé et R. Preikstas, 1967 ;
- actuel ? (1) , P. Reinhardt, 1967 ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G.), forme assez fréquente ;
- Pliocène. Chéliff (68-14, R.L.), forme rare.

Genre *CRUCIPLACOLITHUS* HAY ET MOHLER 1967.

- 1967, genus *Cruciplacolithus* Hay et Mohler *in* W.W. Hay, H.P. Mohler, P.H. Roth, R.R. Schmidt et J.E. Boudreaux, p. 446.

DIAGNOSE :

« *Evenly concave elliptical placoliths with a central cross having arms oriented in the major and minor axes of the ellipse* ».

On peut préciser cette diagnose comme suit :

Placolithes concaves, elliptiques à subcirculaires dont le disque proximal est plus petit que le disque distal et possèdant une **ouverture centrale elliptique ornée d'une croix dont les deux branches sont orientées selon les axes de l'ellipse dans laquelle s'inscrit le coccolithe.**

GENEROTYPE : *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner) HAY ET MOHLER 1967.

CRUCIPLACOLITHUS TENUIFORATUS HAY ET MOHLER 1967.
Pl. VII, fig. 2, 3, 4.

- 1970, *Cruciplacolithus tenuiforatus* Clocchiatti et Jerkovic, p. 1-6, pl. 1, fig. 1a-d, 2, 3 ; pl. 2, fig. 1a-c, 2-6.

DESCRIPTION :

Celle proposée pour cette espèce est la suivante :

« Coccolithes formés de deux disques assez épais avec un espacement faible entre les deux. Disque proximal, légèrement concave, comportant deux cycles d'éléments constitutifs d'inégale importance. Disque distal, fortement convexe, avec une ouverture centrale, très petite et elliptique. Croix fixée à la face proximale du coccolithe ».

(1) Les points d'interrogation que l'on trouvera dans la répartition stratigraphique sont dus aux auteurs.

Source : MNHN, Paris

REMARQUES :

Dans une note récente (M. Clocchiatti et L. Jerkovic, 1970), nous avons décrit cette nouvelle espèce, non sans quelques hésitations. En effet, les points de ressemblance avec les placolithes de *Coccolithus pelagicus* sont assez nombreux et nous pensons que seules l'observation de coccosphères entières de *Cruciplacolithus tenuiforatus* et peut-être plus de précisions sur la zone centrale du disque distal pourront lever ce doute. Depuis cette publication, nous n'avons pu effectuer de nouvelles études permettant de confirmer ou d'infirmer cette nouvelle espèce.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène supérieur, Yougoslavie, Chéliff (86-1, 68-2, 68-3, 68-8, 68-9, R.L.), M. Clocchiatti et L. Jerkovic (1970), forme fréquente.

Genre *CYCLOCOCCOLITHUS* KAMPTNER 1954 (1).

- 1954 , genus *Cyclococcolithus* Kamptner, p. 23, 74, 75.

DESCRIPTION :

« Placolithes circulaires dont les deux disques inégaux sont perforés, disque distal plus grand que le proximal. Aire centrale légèrement déprimée sur la face distale ».

REMARQUES :

Certains auteurs comme A. Mc Intyre et A.W.H. Bé (1967) ont figuré des spécimens de *Cyclococcolithus leptoporus* (pl. 4, fig. C, D) dont les disques sont perforés.

Effectivement, la zone centrale déprimée du disque distal fait penser à une ouverture, mais sur tous les exemplaires de *Cyclococcolithus leptoporus* étudiés par la face proximale, il n'y a aucune ouverture. Il semble que dans la plupart des cas il y ait des plaquettes de calcite dissimulant cette ouverture et même obturant le tube central ; cela s'observe très bien sur les figures 6 et 7 de la planche VI du présent travail.

Il faudrait savoir si cette obturation se fait du vivant du Coccolithophoridé ou bien si elle est secondaire. Personnellement, en raison de la fréquence de ces plaquettes (la quasi-totalité des spécimens que j'ai examinés) et de leur parfait agencement, je pencherais plutôt pour la première hypothèse.

GENEROTYPE : *Cyclococcolithus leptoporus* (Murray et Blackmann) KAMPTNER 1954.

CYCLOCOCCOLITHUS LEPTOPORUS (Murray et Blackmann) KAMPTNER 1954.
Pl. VI, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ; pl. VII, fig. 1.

1898, *Coccosphaera leptopora* Murray et Blackmann, p. 430, 439, pl. 15, fig. 1-7 (F.M.G., n 3 577) (1).

- 1902, *Coccolithophora leptopora* (Murray et Blackmann) Lohmann, p. 137, pl. 5, fig. 52, 61-64 (F.M.G., n 3 579).

- 1930, *Coccolithus leptoporus* (Murray et Blackmann) Schiller, p. 245, fig. 121.

(1) Je me range tout à fait à l'avis de G. Deflandre (1970 b) concernant la superfluité du genre Cyclococcolithina Wilcoxon.

(2) La liste des citations est faite de la même manière que pour *Coccolithus pelagicus*, voir note p. 22.

Source : MNHN, Paris

- 1954, *Cyclococcolithus leptoporus* (Murray et Blackmann) Kamptner, p. 23, fig. 20 - * Deflandre, *in* Deflandre et Fert, p. 150, pl. 9, fig. 1-3 (F.M.G., n° 3 581, 3 582).

- * 1960, *Cyclococcolithus leptoporus* (Murray et Blackmann) Kamptner, Hasle, pl. 1, fig. 3-4 ; pl. 3, fig. 1, 2 (F.M.G., n° 3 583, 3 584).

- * 1961, *Coccolithus leptoporus* (Murray et Blackmann) Schiller, Black et Barnes, p. 143, pl. 24, fig. 3, fig. 4 (d'après Murray et Blackmann), (F.M.G., n° 3 577, 3 580).

- * 1964, *Cyclococcolithus leptoporus* (Murray et Blackmann) Kamptner, Cohen, p. 237, pl. 1, fig. 6a-e, pl. 2, fig. 4a-b (F.M.G., n° 3 585).

- * 1965a, Cohen, p. 25, pl. 2, fig. h-i ; pl. 18, fig. a-e ; pl. 19, fig. a-b ; pl. 20, fig. a-b (F.M.G., n° 3 586-3 589).

- * 1967, *Coccolithus leptoporus* (Murray et Blackmann) Schiller var. *A*, var. *B*, var. *C*, Mc Intyre, Bé et Preikstas, p. 9-11, pl. 4, fig. *C*-D ; pl. 5, fig. A ; pl. 5, fig. C-D.

- * 1968, *Umbilicosphaera leptopora* (Murray et Blackmann) Cohen et Reinhardt, p. 296, pl. 19, fig. 3, 7 ; pl. 20, fig. 11 (F.M.G., n° 5 254).

- * 1969, *Cyclococcolithus leptoporus* (Murray et Blackmann) Kamptner, Boudreaux et Hay, p. 263-264, pl. II, fig. 13-14 ; pl. III, fig. 1-6.

- * 1970, Bartolini, p. 134-135, pl. 2, fig. 1, 4-10 ; text. fig. 7.

- 1970, *Cyclococcolithina leptopora* (Murray et Blackmann) Wilcoxon, p. 82-83.

En 1902, H. Lohmann propose pour *Coccolithophora leptopora*, la description suivante :

« Coque globuleuse, de 14 à 26μ de diamètre ; coccolithes circulaires avec un pore central arrondi, le disque extérieur est fortement strié, 3 à 10μ de diamètre. Les coccolithes se recouvrent les uns les autres par leur bord ».

DESCRIPTION :

Coccosphère sphérique monomorphe constituée de placolithes circulaires.

Disque proximal concave formé d'un cycle d'éléments de calcite se chevauchant et très légèrement inclinés dans le sens senestre. L'ouverture centrale, arrondie, est obturée par de petites plaquettes de calcite.

Disque distal convexe comprenant un seul cycle d'éléments se recouvrant les uns les autres et présentant une forte courbure convexe dans le sens dextre et à une distance plus ou moins grande du centre. Zone centrale fortement déprimée dont le diamètre est environ 1/6 de celui du disque. Sur cette face distale, l'ouverture est libre.

Eléments de calcite constitutifs des deux disques en même nombre (18 à 31), sauf rares exceptions, et disposés sur une seule épaisseur. Ces lames sont visibles sur la face distale du disque proximal et la face proximale du disque distal, elles sont disposées de façon à peu près perpendiculaire au bord.

DIMENSIONS :

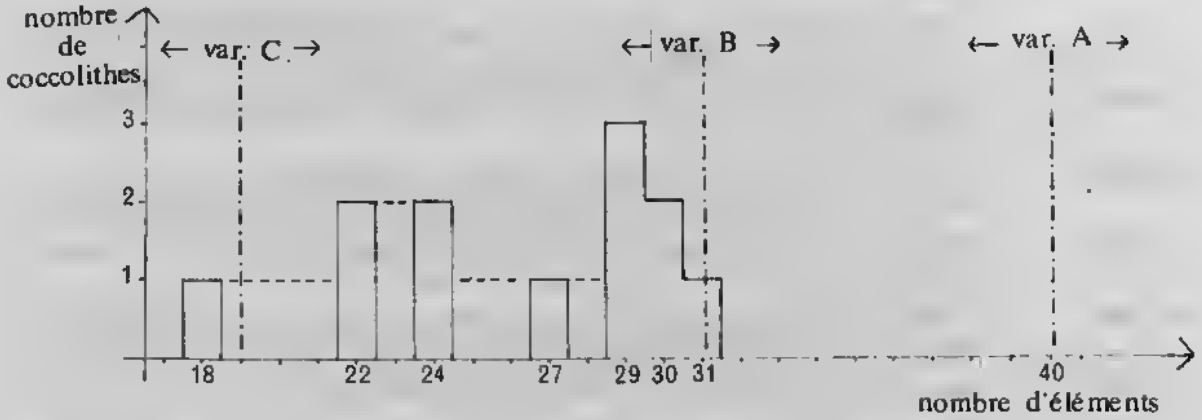
- diamètre du disque distal : 6,6 à 10,0μ ;
- diamètre du disque proximal : 4,4 à 6,0μ ;
- diamètre de la zone centrale du disque distal : 1,2 à 2,3μ ;
- diamètre de la zone centrale du disque proximal : 1,9 à 2,0μ ;
- hauteur totale du coccolithe : 3,2μ (une seule mesure) ;
- écart entre les deux disques : 0,75μ.

Source : MNHN, Paris

REMARQUES :

Les nombreux comptages des éléments constituant les deux disques de *Cyclococcolithus leptoporus* ont permis à A. Mc Intyre, A.W.H. Bé et R. Preikstas (1967) de distinguer trois variétés : var. *A* (40 éléments ± 2), var. *B* (31 éléments ± 2), var *C* (19 éléments ± 2) dans des sédiments actuels de l'Atlantique.

Les comptages que j'ai pu faire donnent les résultats suivants :



Parmi les spécimens de *Cyclococcolithus leptoporus* examinés dans le cadre du présent travail, on trouve donc :

- des formes peu nombreuses appartenant à la variété *C* (18 éléments),
- des formes plus abondantes se rapportant à la variété *B* (29, 30 et 31 éléments) et
- des formes intermédiaires (22, 24 et 27 éléments).

Il n'existe aucun individu possédant plus de 31 éléments et se rangeant par conséquent dans la variété *A* de Mc Intyre, Bé et Preikstas. On peut penser que cette dernière variété n'est apparue qu'ultérieurement.

REPARTITTON STRATIGRAPHIOUE :

- Pliocène, Pleistocène et Récent, Atlantique, J. E. Boudreaux et W. W. Hay, 1969 ;
- Pleistocène, Caraïbes, C.L.D. Cohen, 1964 ;
- Actuel, Atlantique, G. Murray et V. H. Blackmann, 1898 ; Méditerranée, H. Lohmann, 1902 ; J. Schiller, 1930 ; Méditerranée, G. Deflandre et Ch. Fert, 1954 ; Pacifique, G. R. Hasle, 1960 ; Atlantique, M. Black et B. Barnes, 1961 ; (actuel ?), Adriatique, C.L.D. Cohen, 1965 a ; Atlantique, A. Mc Intyre, A.W.H. Bé et R. Preikstas 1967 ;
- Miocène, Chéliff (Algérie) (68-1, 68-2, 68-3, 68-8, 68-9, R.L. et El Mehdi, G.D.) ;
- Miocène supérieur, côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.) ;
- Pliocène, Chéliff (68-14, R.L.), Oued Bezouguert (68-6, R.L.) ;
- Pliocène, côte atlantique du Maroc (PK 827, H.F.).

Dans tous ces échantillons, *Cyclococcolithus leptoporus* est commun à abondant.

Genre *DICTYOCOCCITES* BLACK 1967.

- 1967, genus *Dictyococcites* Black, p. 141.

Source : MNHN, Paris

DIAGNOSE

Coccoliths consisting of two elliptical shields joined together at the margin of a large central opening which is occupied by a grid of calcite bars meeting along the major diameter of the ellipse, each bar being continuous with one or more of the rays of the proximal shield ».

GENEROTYPE : *Dictyococcites danicus* BLACK 1967.

DICTYOCOCCITES DICTYODUS (Deflandre et Fert) MARTINI 1969.
Pl. V, fig. 1a, 1b, 1c, 1d, 2a, 2b, 2c, 2d.

- * 1954, *Discolithus dictyodus* Deflandre et Fert, p. 140, text-fig. 15, 16, 18 (à droite), (F.M.G., n° 3 762).
- * 1962, *Cyclococcolithus dictyodus* (Deflandre et Fert) Hay et Towe, p. 503, pl. 5, fig. 4, 5 (?) ; pl. 7, fig. 1 (F.M.G., n° 3 763, 3 764).
- * 1966, Haq, p. 31, pl. 2, fig. 2 (?), 5 ; pl. 6, fig. 2, 6 (?), (F.M.G., n° 3 765, 3 766).
- * 1968, *Stradnerius dictyodus* Haq (*pro parte*), p. 31-32, pl. 2, fig. 5, 6 ; pl. 3, fig. 1, 2, 5 (?), 6 (?) ; pl. 4, fig. 3, 6, (*non* pl. 2, fig. 7, 8 ; pl. 3, fig. 4, 7, 8), (F.M.G., n° 5 209-5 214).
- * 1968, *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre et Fert) Hay, Mohler et Wade, Stradner et Edwards, p. 19, pl. 12, fig. 1-4 ; pl. 13, fig. 1, 2 ; pl. 14, fig. 1-5 ; pl. 22, fig. 4 ; text-fig. 2c (F.M.G., n° 5 144-5 147).
- 1969b, *Dictyococcites dictyodus* (Deflandre et Fert), Martini, p. 133-134, pl. 1, fig. 5, 6 ; pl. 4, fig. 40 (35 dans le texte).

DESCRIPTION :

« Largement elliptique, à bord finement denticulé, à marge très large ; aire centrale relativement petite, occupée par une sorte de réticulum à mailles allongées sur le bord, courtes et irrégulières vers le centre. Perforations longues de 600 à 2·500 Å environ ».

Les dimensions des spécimens observés par G. Deflandre et Ch. Fert (1954) sont les suivantes : longueur de 5,6 à 6,6 μ ; largeur de 4,9 à 5,7 μ ; la longueur de l'aire centrale varie de 1,6 à 2,4 μ et sa largeur de 1,2 à 1,5 μ.

REMARQUES :

En 1954 déjà, G. Deflandre faisait remarquer à propos de ces formes : « Il s'agit très probablement d'un trémalithe dont l'épaisseur n'a pas encore permis de reconnaître la structure marginale ». Le classement parmi les discolithes n'était donc que provisoire.

Depuis de nombreuses années déjà, tous les auteurs s'accordent à reconnaître que de nombreuses espèces de *Discolithus* appartiennent à d'autres genres. E. Kamptner (1948) nomme d'ailleurs *Discolithus* « **genre collectif** » *(Sammel genera)* et le définit de façon purement morphologique.

Les électromicrographies de répliques de cette espèce réalisées par W.W. Hay et K.M. Towe en 1962 montrent qu'il s'agit d'une forme en « **bouton de manchette** » et ces auteurs l'ont rangée dans le genre *Cyclococcolithus* Kamptner. Les spécimens qu'ils ont observés sont en effet nettement circulaires, mais je pense que cela n'empêche pas de les inclure dans le genre *Dictyococcites* Black. Dans son récent et très beau travail, K. Ringdal Gaarder (1970) introduit dans le genre *Umbilicosphaera* (placolithes parfaitement circulaires) une nouvelle espèce : *Umbilicos-*

Source : MNHN, Paris

phaera hulburtiana (placolithes elliptiques ou largement elliptiques). Selon cet auteur, la distinction entre placolithes circulaires et elliptiques ne justifie pas, dans ce cas, la création d'un nouveau genre.

U. Z. Bilal ul Haq (1966) suit le point de vue de W.W. Hay et K.M. Towe et utilise le genre *Cyclococcolithus* pour les exemplaires de *Dictyococcites dictyodus* qu'il étudie, mais les formes représentées sur ses figures 2 et 5 (planche 2) et sa figure 2 (planche 6) ne sont pas circulaires et l'attribution à *Cyclococcolithus dictyodus* des figures 2 (planche 2) et 6 (planche 6) est douteuse.

W.W. Hay, H.P. Mohler et M. E. Wade (1966, p. 386) ont créé le genre *Reticulofenestra* avec pour diagnose ;

« *Placoliths with a large central opening spanned by a reticulate or lacy net, a tube cycle of tall imbricate wedges exposed distally but not proximally, a narrow proximal rim of many thin rays and a wide distal rim of many tabular elements* ». Ces auteurs rapportent *Discolithus dictyodus* à ce genre et ils considèrent les deux formes publiées par G. Deflandre sous le nom de *Discolithus dictyodus (in* Deflandre et Fert, 1954, text-fig. 15 et 16) comme deux espèces distinctes. *Discolithus dictyodus* diffère de *Reticulofenestra* par son aire centrale nettement moins grande (longueur de la zone centrale : un tiers ou plus de la longueur chez *Reticulofenestra* ; moins d'un tiers de la longueur du coccolithe chez *Discolithus dictyôdus*) et on ne voit pas chez *Discolithus dictyodus* le cycle de *coins (cycle of tall imbricate wedges)* entourant l'ouverture. H. Stradner et A.R. Edwards (1968) utilisent également *Reticulofenestra dictyoda.*

Je ne pense pas que la diagnose générique donnée par W. W. Hay, H. P. Mohler et M. E. Wade convienne à *Discolithus dictyodus* dont les deux disques sont subégaux, dont les éléments, en même nombre sur les deux disques, sont de même taille et dont les sutures sont à peine visibles.

Je ne reparlerai pas ici de la validité du genre *Stradnerius* Haq, déjà discutée à propos de *Coccolithus bisectus* (cf. *supra).*

J'ai donc préféré, à la suite de E. Martini (1969) ranger cette espèce dans le genre *Dictyococcites* Black. Cette solution n'est peut-être ni définitive, ni parfaite, mais c'est celle qui m'a semblée la plus satisfaisante pour le moment. Elle est susceptible d'être révisée surtout après observation et étude de coccosphères entières.

Certains auteurs (H. Stradner et A. R. Edwards, 1968 et U.Z. Bilal ul Haq, 1968) ont mis en synonymie *Dictyococcites danicus* Black et *Discolithus dictyodus* Deflandre et Fert. J'ai rassemblé dans le tableau ci-dessous les dimensions des paratypes de *Discolithus dictyodus* Deflandre et Fert, de *Dictyococcites danicus* Black et celles, moyennes, des formes que j'ai étudiées.

	grand disque (distal) en μ		petit disque (proximal) en μ		aire centrale en μ		nombre d'éléments	espacement des deux disques en μ
	L	l	L	l	L	l		
Deflandre et Fert (1954) *Discolithus dictyodus* (valeurs moyennes)	5,6 à 6,6	4,9 à 5,7			1,6 à 2,4	1,2 à 1,5		
Black (1967) *Dictyococcites danicus*	7,2	6,0	6,0	5,0	2,8	1,8	58 (40 à 60 en général)	
Dimensions moyennes des formes étudiées dans ce travail	4,9 à 7,0	4,4 à 5,3	4,1 à 4,7	3,7 à 4,1	1,8 à 2,6	1,3 à 1,4	45 à 64	0,6 à 1

Les exemplaires de *Dictyococcites dictyodus* que j'ai pu observer ont des dimensions voisines de celles des spécimens étudiés par G. Deflandre et Ch. Fert ; l'holotype de *Dictyococ-*

Source : MNHN, Paris

cites danicus Black a des dimensions légèrement supérieures. Seul le nombre d'éléments constitutifs des deux disques des spécimens trouvés dans mes échantillons peut être légèrement supérieur à celui signalé par M. Black. Mais cela en soi ne justifie pas la fusion des deux espèces, car il ne s'agit peut-être que de variations intraspécifiques.

C'est essentiellement l'arrangement de l'aire centrale qui m'a fait distinguer les deux espèces. En effet, M. Black sur la figure 2 (1967, p. 141) représente la grille occupant l'aire centrale comme constituée par deux séries d'éléments semblant plus ou moins parallèles. Or, le réseau central de *Dictyococcites dictyodus*, comme le décrit très justement G. Deflandre, forme un réseau de « mailles allongées sur le bord, courtes et irrégulières vers le centre », et cela est bien visible sur le spécimen subcirculaire de la figure 1a (planche V) de ce travail. Sur les individus plus elliptiques comme celui de la figure 2a (planche V), la partie allongée de la maille est plus restreinte, cela tient peut-être au grand allongement de la zone centrale, mais néanmoins la disposition des éléments du réseau central est la même pour ces deux formes extrêmes.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène moyen, Nouvelle-Zélande (« Oligocène » d'Oamaru), G. Deflandre et Ch. Fert, 1954 ; Donzacq (Landes), G. Deflandre et Ch. Fert, 1954 ; Donzacq (Landes), W.W. Hay et K. M. Towe (1962) ; Nouvelle-Zélande, H. Stradner et A.R. Edwards, 1968 ;
- Eocéne supérieur, Syrie, U.Z. Bilal ul Haq, 1966; Allemagne du Nord-Ouest, U.Z. Bilal ul Haq, 1968 ;
- Eocéne moyen à Oligocéne supérieur, Allemagne, E. Martini, 1969b ;
- Oligocéne, zone prérifaine du Maroc (Kh 14, H.F.) ;
- Miocéne, Chéliff (6g-3, 6g-g, R.L.), Hodna (66 A 26, G.G.) ;
- Pliocéne, côte atlantique du Maroc (PK g27, H.F.).

Dans tous les échantillons que j'ai étudiés, *Dictyococcites dictyodus* est rare à commun.

Genre *HELICOSPHAERA* KAMPTNER 1954.

- 1954, genus *Helicosphaera* Kamptner, p. 21, 73, g7.

DIAGNOSE :

Coccosphère ellipsoïdale. Placolithes elliptiques dont le disque distal est en spirale.

GENEROTYPE : *Helicosphaera carteri* (Wallich) KAMPTNER 1954.

REMARQUES :

Bien que E. Kamptner n'ait pas donné de diagnose, les dessins publiés (1954, text-fig. 17-19), (F.M.G. n° 3 514), suffisent à rendre ce genre valide.

HELICOSPHAERA CARTERI (Wallich) KAMPTNER 1954.
Pl. XVI, fig. 1, 2, 3, 4a, 4b ; pl. XVII, fig. 1a, 1b.

- 1877, *Coccosphaera carteri* Wallich, p. 34g, pl. 17, fig. 3, 4, 6, 7, 17 (F.M.G., n° 3 512).
- 1899, *Coccosphaera pelagica* Wallich var. *carteri* (Wallich), p. 436.
- 1902, *Coccolithophora pelagica* (Wallich) Lohmann (*pro parte*), p. 13g, pl. 5, fig. 58a (*non* pl. 5, fig. 5g, 5gb, 5gc).
- 1930, *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller *in* Rabenhorst, p. 246.

Source : MNHN, Paris

- 1941, *Coccolithus carteri* (Wallich) Kamptner, p. 93, 111, pl. 13, fig. 136 (F.M.G., n° 3 513).

- 1944, Kamptner, p. 141-144.

non 1951, *Coccolithus carteri* Wallich, Lecal-Schlauder, p. 330, pl. 12, fig. 4, 5, 7, 9.

- 1954, *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner, p. 21, text-fig. 17-19 (F.M.G., n° 3 514). - * Deflandre et Fert, p. 152, fig. 9-11, 75 (F.M.G., n° 3 515, 3 516).

- 1955, Kamptner, p. 35, pl. 9, fig. 94-95.

- 1955, *Coccolithus pelagicus* f. *diademata* Gardet, p. 511, pl. 5, fig. 46-47.

- 1961, *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner, Baldi-Beke, p. 166, pl. 1, fig. 15-16. - * Black et Barnes, p. 139-140, pl. 22, 23 (F.M.G., n° 3 517-3 519).

- 1963, * Kamptner, p. 173-175, pl. 3, fig. 19, 21 (F.M.G., n° 3 520). - Martini et Bramlette, p. 850. - Stradner *in* Bachmann, Papp et Stradner, p. 157, text-tabl. 3, fig. 2, 2a ; pl. 24, fig. 9.

- 1964, Bona, p. 124, 127, pl. 13, fig. 5. - * Cohen, p. 238-240, pl.3, fig. 2 a-f ; pl. 4, fig. 1 a-c (F.M.G., n° 3 521, 3 522).

- * 1965, Cohen, p. 21, pl. 3, fig. o-q ; pl. 17, fig. a-d (F.M.G., n° 3 523-3 526).

- 1967, Bramlette et Wilcoxon, p. 105, pl. 6, fig. 9, 10. - * Haq, pl. 1, fig. 4 ; pl. 6, fig. 8 ; p. 59 (F.M.G., n° 5 004).- Kamptner, p. 141, pl. 7, 45, 46, 48, 49 ; text-fig. 16. - Levin et Joerger, p. 168, pl. 2, fig. 12 a-c. - Sales, p. 302, pl. I, fig. 3 a-b. - * Honjo, Minoura, Okada et Minato, p. 139, fig. 1 (F.M.G., n° 5 005).

- * 1967, *Helicopontosphaera kamptneri* Hay et Mohler *in* Hay et *al.*, p. 448, pl. 10, 11, fig. 5. (F.M.G., n° 5 002).

- * 1967, *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner, Mc Intyre et Bé, p. 571, pl. 11, fig. A (F.M.G., n° 5 007). - * Mc Intyre, Bé et Preikstas, p. 12-13, pl. 6, fig. A-B (F.M.G., n° 5 006).

- 1968, * Black, pl. 147, fig. 1-3. - * Cohen et Reinhardt, p. 298, pl. 19, fig. 17, 21 ; pl. 20, fig. 5, 8 (F.M.G., n° 5 003). - Locker, p. 221, 227, 228, pl. 2, fig. 1, 2. - Martini, p. 166, 167, 170.

- 1969, *Helicopontosphaera kamptneri* Hay et Mohler, * Boudreaux et Hay, p. 272, pl. 6, fig. 8, 10-15. - Martini, p. 288, pl. 26, fig. 12-13 - * Bukry et Bramlette, pl. 6, fig. E.

- 1969, *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner, Clocchiatti, p. 75-83, pl. 1, fig. 1 a-b, 2 a-b, 3-5 ; pl. 2, fig. 1 a-d, 2, 3 ; pl. 3, fig. 1-4.

- * 1970, Bartolini, p. 140, 142, pl. 6, fig. 1-5 - * Gaarder, p. 114, 117, fig. 1 h, 2 e.f.

DESCRIPTION :

Coccosphère ovoïde formée de 12 à 18 placolithes elliptiques.

« Disque » distal des coccolithes constitué d'**une lame à enroulement hélicoïdal,** de largeur croissante du centre au bord externe du coccolithe. L'extrémité interne (la plus étroite) de cette lame se termine en biseau et se confond avec le disque proximal, l'extrémité externe s'élargit en éventail et rejoint le dessus de la lame en formant un petit décrochement.

Ouverture barrée par un pont transversal net sur la face distale.

Disque proximal, en forme d'ellipse régulière d'épaisseur constante, portant deux minces ouvertures longitudinales parfois confondues en un sillon.

En lumière polarisée, une rotation de 360° de la platine montre la succession suivante : croix noire, croix arquée, deux arcs, deux zones contenant chacune deux segments de croix noire à angle droit.

Source : MNHN, Paris

DIMENSIONS :

- longueur du disque distal : 9,5 à 13,8μ ;
- largeur du disque distal : 6,6 à 8,0μ ;
- épaisseur totale du coccolithe : 2,5μ ;
- longueur du disque proximal : 6,3 à 8,3μ ;
- largeur du disque proximal : 3,6 à 4,6μ ;
- longueur de l'ouverture : 3,0 à 3,5μ.

REMARQUES :

Dans la note récemment consacrée à cette espèce (M. Clocchiatti, 1969), j'ai détaillé au maximum les observations faites au Stercoscan, je ne reviendrai donc pas ici sur les placolithes de cette espèce.

Depuis la publication de ce travail, j'ai eu l'occasion d'étudier des coccosphères fossiles entières (en traitant les échantillons le moins possible, ce qui explique que les coccosphères représentées sur la planche XVI soient un peu empâtées) et de les photographier au microscope électronique à balayage (pl. XVI, fig. 3, 4a, 4b). La forme générale de ces coccosphères est bien ovoïde comme de nombreux auteurs depuis G. C. Wallich (1877) l'ont noté. Le nombre de coccolithes portés par ces coccosphères est de 12 à 18 environ. La coccosphère est légèrement plus étroite dans la partie proche de l'ouverture. Dimensions : 19,3 à 21,5μ de long et 14,0 à 15μ de large. Les coccolithes ont leur grand axe à peu près perpendiculaire à celui de la coccosphère.

Dans les échantillons étudiés, je n'ai observé que des coccosphères appartenant aux quatre espèces suivantes : *Coccolithus pelagicus*, *Coccolithus marismontium*, *Cyclococcolithus leptoporus* et *Helicosphaera carteri*. Ce fait confirme, s'il en est encore besoin, la nature des coccolithes de *Helicosphaera carteri* : **il s'agit bien de placolithes et non de lopadolithes**. En effet, seule la forme en « bouton de manchette » permet une certaine cohésion de la coccosphère, ce qui n'est pas le cas des discolithes (« lopadolithes » de W.W. Hay et *al.*, 1967) qui sont simplement juxtaposés, voire à une certaine distance les uns des autres sur la coccosphère.

Il faut d'ailleurs noter qu'en conservant le genre *Helicopontosphaera*, J.E. Boudreaux et W.W. Hay (1969) sont amenés à classer les espèces appartenant à ce genre dans la même famille que le genre *Pontosphaera*, la famille des *Pontosphaeraceae* Lemmermann, 1908.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

Cette espèce a été rencontrée pratiquement dans tout le Tertiaire avec une très grande extension géographique et elle est certainement cosmopolite dans les mers et océans actuels.

- Eocène, Istrie, E. Kamptner, 1941 ; Aquitaine, Californie, M.N. Bramlette et F.R. Sullivan, 1961 ; Istrie, H. Stradner, 1963 ;

- Oligocène, Alabama, H.L. Levin et A.P. Joerger, 1967 ; Allemagne, S. Locker, 1968 ; Maroc, M. Clocchiatti, 1969 ;

- Miocène, Algérie, M. Gardet, 1955 ; Algérie, M. Clocchiatti, 1969 ; Hongrie, M. Baldi-Beke, 1961 ; Hongrie, J. Bóna, 1964 ; Autriche, Appennins du Nord, H. Stradner, 1963 ; Trinité, M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon, 1967 ; Afrique occidentale, E. Sales, 1967 ; Gabon, E. Martini, 1969 ; Maroc, M. Clocchiatti, 1969 ;

- Actuel, Atlantique, Océan Indien, G.C. Wallich, 1877 ; Atlantique, C.L.D. Cohen, 1965a ; Atlantique, A. Mac Intyre et A.W.H. Bé, 1967 ; Atlantique, A. Mc Intyre, A.W.H. Bé et R. Preikstas, 1967 ; Méditerranée occidentale, C. Bartolini, 1970 ;

- Miocène, Hodna (66 A 26, 66 A 23, G.G.), forme fréquente ;

Source : MNHN, Paris

- Miocène, Chéliff (68-1, 68-2, 68-8, 68-9, R.L. ; El Mehdi, G.D.), forme fréquente ;
- Miocène, zone prérifaine du Maroc (Kh 271, Kh 229, H.F.) forme rare ;
- Miocène, côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme abondante ;
- Pliocène, Chéliff (68-14, R.L.) ; côte atlantique du Maroc (PK 827, H.F.), forme abondante.

Rappelons que l'attribution de cette forme au Sénonien (*in* G. Deflandre et C. Fert, 1954, p. 152) était due à une erreur matérielle (G. Deflandre, 1968, p. 58).

HELICOSPHAERA SEMINULUM SEMINULUM BRAMLETTE ET SULLIVAN 1961.
Pl. XVII, fig. 2, 3, 4.

- 1961,	*Helicosphaera seminulum* Bramlette et Sullivan, p. 144.
- 1961,	*Helicosphaera seminulum seminulum* Bramlette et Sullivan, p. 144, pl. 4, fig. 1 a-c, 2 (F.M.G., n° 3 917).
- * 1962,	Hay et Towe (*pro parte*), p. 512, pl. 1, fig. 1, 2 (*non* pl. 1, fig. 3, 5), (F.M.G., n° 3 918, 3 919).
- 1964,	Sullivan, p. 184, pl. 5, fig. 1a-b (F.M.G., n° 5 012).
- 1967,	(a) Bramlette et Wilcoxon, p. 106, pl. 5, fig. 11, 12. - Lezaud, p. 90, pl. 14, fig. 9-10. - * Perch-Nielsen, p. 25, pl. 3, fig, 4, 5 (F.M.G., n° 5 013).
non * 1967,	Gartner et Smith, p. 5, pl. 7, fig. 1-4 (F.M.G., n° 5 008-5 009).
- * 1968,	*Helicosphaera seminulum* Bramlette et Sullivan, Stradner et Edwards, p. 38, pl. 39, fig. 1 ; pl. 40, fig. 1-5 (F.M.G., n° 5 010, 5 011).
- 1968,	*Helicosphaera seminulum seminulum* Bramlette et Sullivan, Haq, p. 55, 60.
- 1968,	*Helicosphaera seminulum* Bramlette et Sullivan, Locker, p. 221, pl. 2, fig. 3, 4.
- 1968,	*Helicopontosphaera* sp. Bukry et Kennedy, p. 42, pl. 4, fig. 1.

DESCRIPTION :

Les auteurs de l'espèce donnent la diagnose suivante : « *coccoliths consisting of two curved plates, both concave on the proximal side and somewhat asymmetrical in plan view, the distal plate larger. The two plates are closely joined at the small end and partly along one side but are distinctly separated at the larger end. Small central opening spanned by a thick bar* ».

De plus, M.N. Bramlette et F.R. Sullivan caractérisent la sous-espèce *Helicosphaera seminulum seminulum* de la façon suivante : « *this subspecies has the oblique bar more nearly parallel to the transverse than the longitudinal axis* ».

DIMENSIONS :

Selon M.N. Bramlette et F.R. Sullivan (1961), la longueur de cette forme est de 10 à 13μ.

Les spécimens que j'ai observés ont de 7,5 à 10μ de long, 5 à 5,4μ de large. L'ouverture varie de 2,8 à 4,5μ de long et 0.9 à 2,2μ de large ; ce n'est donc pas à proprement parler une petite ouverture ainsi que la définissent les auteurs de la sous-espèce (« *small central opening* »).

REMAROUES :

Cette forme est assez grande (10μ environ). Elle présente tous les caractères du genre *Helicosphaera* ; la coccosphère n'a jamais été observée.

Les dimensions de l'ouverture sont assez grandes et bien que M.N. Bramlette et F.R.

Source : MNHN, Paris

Sullivan ne donnent pas d'ordre de grandeur. les figurations qu'ils produisent montrent une ouverture relativement importante.

Ces mêmes auteurs remarquent que la barre devient plus oblique par rapport à l'axe transversal quand on monte dans la série stratigraphique ; les spécimens de *Helicosphaera seminulum sentinulum* semblent donc passer graduellement à ceux de *Helicosphaera seminulum lophota* Bramlette et Sullivan. S. Gartner Jr. et L.A. Smith (1967) reproduisent l'électromicrographie d'une forme (*Helicosphaera seminulum*) dont l'inclinaison de la barre est intermédiaire entre celles de *Helicosphaera seminulum seminulum* et *H. seminulum lophota.* De plus, leurs spécimens ont, au moins, le reste d'un réticule dans les ouvertures. Je n'ai rien observé de semblable sur les formes que j'ai étudiées. Les cas se situant entre ces deux extrêmes sont donc difficiles à nommer.

En microscopie photonique ainsi que l'ont noté M. N. Bramlette et J.A. Wilcoxon (1967a, p. 106), la barre centrale est en continuité optique avec les disques.

W.W. Hay et K.M. Towe (1962) ont signalé cette espèce dans le Lutétien de Donzacq, mais la forme figurée sur la planche 1 (fig. 3 et 5) de leur travail n'est pas un *Helicosphaera ;* il s'agit d'un discolithe plus ou moins profond dont le rebord est un peu évasé et le fond partiellement brisé. On distingue même sur la figure 5 de ces auteurs la limite entre les deux séries d'éléments, ceux horizontaux de la face proximale et ceux obliques tapissant l'extérieur du discolithe. Il en est d'ailleurs de même pour *Helicosphaera* sp. représentée sur les figures 4 et 6 (planche 1, F.M.G., n° 3 921), il s'agit d'un discolithe dont le fond est abimé, mais présentant tous les caractères de ce genre.

Seules les figures 1 et 2 de la planche 1 de W.W. Hay et K.M. Towe sont à rapporter à l'espèce *Helicosphaera seminulum seminulum.*

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Paléocène, côte californienne, F.R. Sullivan, 1964 ;
- Eocène inférieur, Californie, M.N. Bramlette et F.R.Sullivan, 1961, forme commune ; Californie, D. Bukry et M.P. Kennedy, 1968 ; Donzacq (France), M.N. Bramlette et F.R. Sullivan, 1961, forme commune ; Donzacq (France), W.W. Hay et K.M. Towe, 1962 ;
- Eocène inférieur et moyen, Allemagne du Nord-Ouest, U.Z. Bilal ul Haq, 1968 ;
- Eocène moyen, Californie, M.N. Bramlette et F.R. Sullivan, 1961, forme rare ;
- Eocène, Danemark, K. Perch-Nielsen, 1967 ;
- Oligocène, Trinité (Antilles), M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon, 1967 ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, 874, G.G.), forme fréquente ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-3, 68-9, R.L.), côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme fréquente ;
- Pliocène, Chéliff (68-14, R.L.), Oued Bezouguert (68-6, R.L.) côte atlantique du Maroc (PK 827, H.F.), forme rare.

Genre *RETICULOFENESTRA* HAY, MOHLER ET WADE 1966.

- 1966, genus *Reticulofenestra* Hay, Mohler et Wade, p. 386.

Selon les auteurs la diagnose du genre est : « *Placoliths with a large central opening spanned by a reticulate or lacy net, a tube cycle of tall imbricate wedges exposed distally but not proximally, a narrow proximal rim of many thin rays and a wide distal rim of many tabular elements* »

Source : MNHN, Paris

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Ce genre, bien qu'ayant des traits communs avec *Coccolithus*, s'en distingue aisément par la grande ouverture centrale qui fait fréquemment un tiers ou plus du diamètre du coccolithe. De plus, le cycle d'éléments de calcite formant le tube qui joint les deux disques est visible sur la face distale, il n'est pas caché par un autre cycle d'éléments comme chez *Coccolithus*.

GENEROTYPE : *Reticulofenestra caucasica* HAY, MOHLER ET WADE 1966.

RETICULOFENESTRA sp.
Pl. XVIII, fig. 1a, 1b, 1c.

REMARQUES :

On retrouve sur ces figures tous les caractères du genre, mais la zone centrale réticulée a disparu, ce qui rend toute détermination spécifique impossible. Par contre, on distingue aisément sur ces électromicrographies le cycle d'éléments en forme de *coins* entourant l'ouverture et le disque distal formé d'éléments très fins (environ 120) donnant un contour finement dentelé.

DIMENSIONS :

Le placolithe est subcirculaire. Diamètre du placolithe : 13,5μ ; diamètre de l'aire centrale : 8,7μ ; diamètre de l'ouverture : 5,4μ ; largeur du cycle d'éléments en *coins* : 1,7μ.

D'après ces dimensions on voit que cette forme est relativement grande. L'ouverture mesure plus d'un tiers du diamètre total.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Pliocène, Chéliff (68-14, R.L.), forme rare.

Genre *RHABDOSPHAERA* HAECKEL 1894.
- 1894, genus *Rhabdosphaera* Haeckel, p. 111.

DESCRIPTION :

Coque monomorphe, constituée de rhabdolithes (1) elliptiques à circulaires composés de deux disques (existence du disque proximal douteuse) avec une ouverture centrale. Présence d'une hampe axiale avec un canal central.

GENEROTYPE : *Rhabdosphaera claviger* MURRAY ET BLACKMANN 1898.

RHABDOSPHAERA CLAVIGER MURRAY ET BLACKMANN 1898.
Pl. XIX, fig. 4, 5.

- 1898, *Rhabdosphaera claviger* Murray et Blackmann, p. 438-439, pl. 15, fig. 13-15 (F.M.G., n° 4 031).
- 1930, Schiller, p. 132, 252, fig. 44b, 132 a-c (F.M.G., n° 4 031).
- 1944, *Rhabdosphaera clavigera* (Murray et Blackmann) Kamptner, p. 140.

(1) Rhabdolithe : embase supposée perfo ée et portant une longue hampe axiale.

Source : MNHN, Paris

- 1954, *Rhabdosphaera claviger* Murray et Blackmann, Deflandre et Fert, p. 42, pl. 10, fig. 14-16.
- * 1964, Cohen, p. 240, 242, pl. 5, fig. 2 a-g ; pl. 6, fig. 1 (F.M.G., n° 4 032).
- * 1965a, Cohen, p. 22, pl. 3, fig. a-c ; pl. 22, fig. a, b ; pl. 23, fig. e (F.M.G., n° 4 034-4 035).
- * 1965b, Cohen, p. 343, pl. 3 (F.M.G., n° 4 033).
- * 1967, Kamptner, p. 144, pl. 7, fig. 51, 53 ; pl. 8, fig. 55 (F.M.G., n° 5 182).
- * 1967, *Rhabdosphaera clavigera* (Murray et Blackmann) Kamptner, Hay et *al.*, pl. 10-11, fig. 4 (F.M.G., n° 5 184).
- * 1968, Cohen et Reinhardt, pl. 19, fig. 18, 22 ; pl. 20, fig. 6, 7 ; pl. 21, fig. 4 ; p. 292 (F.M.G., n° 5 183).
- * 1969, Boudreaux et Hay, p. 266-267, pl. IV, fig. 6-10.
- * 1970, Bartolini, p. 142-143, pl. 6, fig. 8-9 ; pl. 7, fig. 4-5 (*non* pl. 7, fig. 3).

DESCRIPTION :

Coccolithe à embase circulaire à elliptique, faiblement convexe sur la face distale. Disque constitué de plusieurs cycles d'éléments de calcite : cycle externe composé de plaquettes plus ou moins quadrangulaires, puis les éléments constitutifs sont longs, étroits, orientés radialement et se redressent vers le centre pour former la hampe. Cette dernière est plus ou moins évasée vers le sommet, en forme de massue, avec quatre spires d'environ 25-30 éléments de calcite longs et fins, ces spires étant décalées de 90° et disposées autour du canal axial.

DIMENSIONS :

- largeur de l'embase : 3,8 à 4,5μ ;
- largeur de la hampe (près de la base) : 0,8 à 0,9μ ;
- hauteur de la hampe (incomplète en général) : 7 à 8,3μ ;
- intervalle entre deux couches d'éléments constitutifs de la hampe : 1,3 à 1,5μ.

REMARQUES :

Sur les figures de C.L.D. Cohen (1965a, pl. 22, fig. a-b ; pl. 23, fig. e) obtenues en microscopie électronique à transmission, on ne distingue pas plus que sur celles que je donne (pl. XIX, fig. 4 et 5) de traces du disque proximal. Ce fait, s'il était confirmé, pourrait conduire à réviser la position systématique de cette forme. Il faut noter que le disque proximal ne semble pas non plus avoir été observé chez d'autres espèces de *Rhabdosphaera.*

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Rhabdosphaera claviger est assez difficile à distinguer de *Rhabdolithus pinguis* Deflandre (*in* G. Deflandre et Ch. Fert, 1954, p. 44, pl. XII, fig. 26, 27). C.L.D. Cohen (1965a) note déjà cette similitude. G. Deflandre dans sa description de *Rhabdolithus pinguis* remarque que « les spires font un angle un peu inférieur à 45° avec l'axe longitudinal ». Sur les spécimens de *Rhabdosphaera claviger* observés, les spires font un angle très inférieur à 45° avec l'axe longitudinal. De plus, *Rhabdolithus pinguis* a été décrit dans le Lutétien de Donzacq (Landes) tandis que *Rhabdosphaera claviger* est surtout connu dans le plancton.

Par ailleurs, A. Mac Intyre et A.W.H. Bé (1967) considèrent *Rhabdosphaera claviger*

Source : MNHN, Paris

comme synonyme de *Rhabdosphaera stylifer* Lohmann et C. Bartolini (1970) adopte la position opposée dans son travail (1).

Je pense, comme J.E. Boudreaux et W.W. Hay (1969), que ces deux espèces sont distinctes et doivent donc être conservées. Tout d'abord, *Rhabdosphaera stylifer* a des dimensions nettement inférieures à celles de *Rhabdosphaera claviger*. J'ai rassemblé dans le tableau ci-dessous les moyennes des dimensions de ces deux espèces données par les différents auteurs les ayant étudiées en microscopie électronique.

	Rhabdosphaera claviger			*Rhabdosphaera stylifer*		
	Largeur de la base	Largeur de la hampe	Longueur de la hampe	Largeur de la base	Largeur de la hampe	Longueur de la hampe
Cohen, 1964	4,1	0,7	8,3	2,0	0,5	5,6
Cohen, 1965a	3,8	0,9	9,3	2,7	0,45	4,3
Cohen, 1965b	4,1	0,7	6,3			
Hay et *al.*, 1967	5,5	1,0	9,4			
Mc Intyre et Bé, 1967				3,0	0,6	4,3
Boudreaux et Hay, 1969	3,3	0,6	8,6	3,1	0,4	4,9
Bartolini, 1970	4,6	1,1	8,2			
Présent travail	4,2	0,8	7,6			

De plus la hampe de *Rhabdosphaera stylifer* est pratiquement cylindrique, tandis que celle de *Rhabdosphaera claviger* est en forme de massue. Enfin la terminaison distale de la hampe de *Rhabdosphaera stylifer* est constituée, sur un même niveau, par les quatre spires s'écartant de l'axe et formant une croix à angles droits. Au centre, il y a un petit appendice. Ces caractères n'ont jamais été observés chez *Rhabdosphaera claviger*.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Pleistocène, sondages Caraïbes, C.L.D. Cohen, 1964 ;
- Pleistocène et actuel, carottes Atlantique, J.E. Boudreaux et W.W. Hay, 1969 ;
- Actuel, plancton, G. Murray et V.H. Blackmann, 1898 ; plancton, J. Schiller, 1930 ; vase Atlantique, G. Deflandre et Ch. Fert, 1954 ; vase Adriatique, C.L.D. Cohen, 1965 a et b ; carottes de Méditerranée occidentale, C. Bartolini, 1970 ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-3, R.L. ; El Mehdi, G.D.), côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme rare.

II - FAMILLE DES *ZYGOLITHACEAE* NOEL 1965, emend. 1970.

En 1965, D. Noël a distingué la famille des *Zygolithaceae* de celle des *Discolithaceae* à cause de l'existence d'un plancher chez les seconds. Depuis, cet auteur a montré (1970) qu'il existait également un plancher chez les *Zygolithaceae*. Je l'ai suivi dans cette voie en adoptant la

(1) Cette attitude serait la plus juste si l'homonymie de ces formes était démontrée car *Rhabdosphaera claviger* a été décrit en 1898 et *Rhabdosphaera stylifer* en 1902.

Source : MNHN, Paris

famille des *Zygolithaceae* Noël, *emend.* 1970, pour les formes presentant, selon D. Noël, les caractères suivants : « Coccolithes elliptiques comportant **une paroi** faite d'une série de lames de calcite, toutes semblables, inclinées sur les plans radiaux de l'ellipse, se recouvrant largement les unes les autres, et **d'un plancher** très diversifié, suivant la construction de l'aire centrale ; quelquefois présence d'une hampe axiale.

En lumière polarisée, entre nicols croisés, la couronne marginale donne une croix noire à branches courbes et une extinction roulante ».

Genre *DISCOLITHUS* KAMPTNER 1948 ex DEFLANDRE 1952.

- 1948, genus *Discolithus* Kamptner, p. 3.
- 1952, genus *Discolithus* Kamptner, Deflandre *in* Grassé, p. 465.

Après la récente mise au point de G. Deflandre et M. Deflandre-Rigaud (1970b, p. 10-11) sur ce genre, il est évident que le genre *Discolithus* Kamptner 1948 *ex* Deflandre 1952 ne peut être taxé d'homonymie, n'est pas un *nomen oblitum* et par conséquent le genre *Discolithina* Loeblich et Tappan est superflu. J'utiliserai donc dans ce mémoire le genre *Discolithus* Kamptner *ex* Deflandre.

E. Kamptner, en 1948, présente *Discolithus* comme un « genre collectif provisoire » (*provisorischer Sammel genera).*

G. Deflandre (1952a, p. 465) utilise le manipule *Discolithus* pour des « discolithes fossiles, profonds ou à bord peu proéminent, perforés ou non ».

En 1966, A.R. Loeblich et H. Tappan désignent *Discolithus latus* Kamptner (une des huit espèces décrites par E. Kamptner en 1948) comme générotype.

DESCRIPTION :

Je propose la description suivante pour le genre *Discolithus :*

Coccolithe en forme d'écuelle, plus ou moins elliptique, composé de deux parties :
- **un plancher (ou aire centrale)** complet ou non, constitué de lamelles de calcite disposées horizontalement et présentant sur la face proximale des ornementations variées (stries, perforations plus ou moins importantes et en nombre variable, etc.) ;
- **un mur** plus ou moins élevé, composé sur la face externe d'éléments de calcite plus ou moins inclinés par rapport à l'horizontale et se recouvrant très largement les uns les autres ; sur la face interne ces éléments sont doublés de lamelles de calcite, disposées parallèlement à la surface, en plusieurs couches, et parfois de granules de calcite de tailles diverses.

En lumière polarisée, la paroi présente une extinction roulante.

GENEROTYPE : *Discolithus latus* KAMPTNER 1948.

REMARQUES :

Le sens de recouvrement des éléments de calcite de la face externe de la paroi est généralement dextre, mais dans certains cas il est senestre (exemples : pl. XII, fig. 6, 7).

La cellule entière fossile n'est pas connue. On ne sait si elle est dimorphe ou monomorphe. Cependant dans la nature actuelle certaines cellules (dimorphes) de *Scyphosphaera* portent une « ceinture de flottaison », constituée de lopadolithes, le reste de la cellule étant recouvert de discolithes simples (voir par exemple, K.R. Gaarder, 1970, fig. 4e-f.).

Source : MNHN, Paris

En ce qui concerne les formes fossiles, il est évident que dans le cas de cellule dimorphe, les éléments constitutifs de la coccosphère doivent se retrouver dans les mêmes niveaux. Aussi, en raison de certaines similitudes morphologiques (voir la discussion lors de l'étude de *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann) ai-je envisagé le cas de cellules (imaginaires) qui seraient constituées de lopadolithes de *Scyphosphaera apsteinii* et de discolithes de *Discolithus sparsiforatus* Kamptner. Ces deux espèces ont, dans les échantillons étudiés, la même répartition géographique, elles sont cantonnées dans les bassins du Chéliff et de la côte atlantique du Maroc. La répartition stratigraphique est également identique : *Discolithus sparsiforatus* et *Scyphosphaera apsteinii* se trouvent dans les échantillons (PK 821 et PK 827, H.F.) de la côte atlantique du Maroc (zones N 17-18 à N 19-21 de W.H. Blow) et dans ceux du Chéliff situés de la zone N 9 à la zone N 17-18. Dans ce dernier cas, *Discolithus sparsiforatus* se trouve dans tous les échantillons, mais la répartition de *Scyphosphaera apsteinii* présente quelques lacunes (voir le tableau 4 du Chapitre V).

Nous avons là un exemple de critère d'absence, toujours délicat à interpréter. *Scyphosphaera apsteinii* est-elle réellement absente de ces échantillons ou bien n'a-t-elle pas été observée par suite de sa rareté ?

DISCOLITHUS CONFOSSUS (HAY, MOHLER ET WADE) nov. comb.
Pl. XI, fig. 1, 2, 4a, 4b, 4c.

- * 1966, *Discolithina confossa* Hay, Mohler et Wade *(pro parte)*, p. 392, pl. 9, fig. 2-6 (*non* pl. 9, fig. 1).
- 1968, Locker, p. 221, 222, pl. 1, fig. 18.

DESCRIPTION :

W.W. Hay, H.P. Mohler et M.E. Wade fournissent pour *Discolithus confossus* cette diagnose : « *Shallow lopadoliths (1) with 29-44 large perforations in the floor* ».

Les exemplaires de cette espèce examinés dans le cadre de la présente étude permettent de donner la description suivante :

Discolithe dont le mur est assez peu élevé, la face proximale faiblement concave et l'aire centrale de la face distale fortement convexe. L'aire centrale porte des perforations disposées en deux ellipses concentriques et selon le sillon médian parallèle au grand axe de l'ellipse (19 à 22 perforations externes, 11 à 15 sur l'ellipse interne et 3 à 5 selon le sillon médian). Les perforations sont, sur la face distale, partiellement dissimulées par des replis de la surface.

DIMENSIONS :

Les dimensions des formes étudiées par W.W. Hay, H.P. Mohler et M.E. Wade sont les suivantes : longueur de 5,5 à 8 μ ; largeur de 4,5 à 7 μ.

Les dimensions des spécimens que j'ai examinés sont : longueur 6,8 μ à 7,5 μ ; largeur 5,6 à 6,4 μ ; épaisseur de la zone marginale : 0,6 μ ; hauteur moyenne du discolithe : 1,1 μ.

REMARQUES :

Les dimensions des spécimens observés (longueur : 6,8 μ et largeur : 5,6 μ pour la forme représentée sur la figure 4a de la planche XI) et le nombre des pores répartis dans chaque cycle

(1) Comme j'ai déjà eu l'occasion de le noter (M. Clocchiatti, 1969, p. 76) et comme G. Deflandre et M.D. Deflandre-Rigaud le remarquent à nouveau (1970 b, p. 3), le terme de lopadolithe devrait être restreint aux formes en tonnelet.

Source : MNHN, Paris

(19 pour le cycle externe, 11 pour le cycle interne) correspondent tout à fait à la description et aux figurations de W.W. Hay, H.P. Mohler et M.E. Wade. En vue distale, les pores sont enfoncés et un peu cachés par des replis de la surface. On distingue mieux les perforations en vue un peu oblique (fig. 4b, pl. XI). Ce fait s'observe d'ailleurs très bien sur les électromicrographies de W. W. Hay, H.P. Mohler et M.E. Wade (pl. 9, fig. 2 et 6). La figure 1 de la planche 9 de ces derniers auteurs est plus proche de *Discolithus multiporus* Kamptner.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Discolithus confossus ressemble beaucoup à *Discolithus multiporus :* les dimensions sont comparables, le nombre et la disposition des perforations également.

Ce sont les faces proximales des deux espèces qui sont les plus semblables, seule la présence du sillon longitudinal médian de *Discolithus confossus* plus ou moins marqué les différencie.

J'ai maintenu la distinction entre les deux formes à cause de la totale similitude de mes exemplaires (en vue distale comme celui de la planche XI, fig. 4a-c) avec ceux reproduits par W.W. Hay, H.P. Mohler et M.E. Wade (1966, pl. 9, fig. 2-6).

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène supérieur, Caucase du Nord-Ouest, W.W. Hay, H.P. Mohler et M.E. Wade, 1966, forme rare à modérément commune ; Allemagne du Nord, S. Locker, 1968 ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G.), forme rare.

DISCOLITHUS JAPONICUS (TAKAYAMA) nov. comb.
Fig. 5 ; pl. X, fig. 2.

- ? * 1954, Discolithe banal de *Scyphosphaera* sp. Deflandre *in* Deflandre et Fert, pl. 6, fig. 6.
- * 1957, *Discolithina japonica* Takayama, p. 189-190, pl. 9 ; pl. 10, fig. 1, 2a-d ; text-fig. 6-7.
- * 1967, *Discolithina millepuncta* Gartner, p. 5, pl. 8, fig. 1-4.
- * 1970, *Discolithina japonica* Takayama, Bartolini, p. 148, pl. 3, fig. 1-3.

DESCRIPTION .

La description de T. Takayama est la suivante : « *discoliths consisting of a single thin elliptical plate, with the proximal side concave and the distal side convex. The central area is perforated with numerous pores in arrangement of socalled quincunx. The diameter of the pore is about 0,1μ and the distance between the pores about 0,1μ -0,2μ. The rim is broad, about one fourth of the shorter diameter of the plate. The central area is bisected by a longitudinal slit. Length : 10,5μ* ».

REMARQUES :

Cette espéce a été très bien décrite et figurée par T. Takayama. Les spécimens représentés et étudiés par S. Gartner Jr. sont absolument identiques. Comme le travail de T. Takayama a été publié en août 1967 et celui de S. Gartner Jr. le 30 novembre 1967, l'espèce créée par T. Takayama est prioritaire.

Source : MNHN, Paris

Les rares spécimens que j'ai pu rencontrer correspondent tout à fait à la description originale. On peut voir, sur la figure 5 du texte et sur la figure 2 (planche X) que, sur le tour du discolithe, les éléments sont obliques, leurs sutures sont inclinées dans le sens dextre comme chez beaucoup d'autres discolithes. On peut également observer la limite entre les deux groupes d'éléments : ceux constituant la paroi et ceux constituant le plancher du discolithe (face próximale).

Sur la figure 2 de la planche X, on observe également une disposition des perforations tout à fait remarquable : en lignes parallèles partant du sillon longitudinal.

Je pense que le discolithe banal de *Scyphosphaera* sp. figuré par G. Deflandre (*in* Deflandre et Fert, 1954) peut être rattaché à cette espèce. La forme du discolithe, les dimensions du discolithe, de la marge et des pores, la disposition des pores et leur arrangement correspondent très bien à la description de T. Takayama.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène, région Sud de Kwanto (Japon), T. Takayama, 1967 ;
- Miocène supérieur, Jamaïque (San San Clay), S. Gartner Jr., 1967 ;
- Pliocène et Pleistocène, région Sud de Kwanto (Japon), T. Takayama, 1967 ;
- Carottes du Golfe du Mexique (Sigsbee knolls), S. Gartner Jr. , 1967 ;
- Miocène supérieur, Chéliff (6g-g, 6g-9, R.L.), forme rare.

DISCOLITHUS MULTIPORUS KAMPTNER 1948.
Fig. 6 ; pl. XII, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

- 1948, *Discolithus multiporus* Kamptner, p. 5, pl. 1, fig. 9a-b.
- 1948, *Discolithus vigintiforatus* Kamptner, p. 5, pl. I, fig. ga-b.
- 1954, *Discolithus lineatus* Deflandre *in* Deflandre et Fert, p. 137-138, pl. 10, fig. 17, 18 ; text-fig. 50.
- 1955, *Discolithus perforus* Gardet, p. 508, pl. 4, fig. 41.
- 1959, *Discolithus multiporus* Kamptner, Deflandre, p. 148.
- 1959, *Discolithus vigintiforatus* Kamptner, Deflandre, p. 150.

non 1961, *Discolithus distinctus* Bramlette et Sullivan, p. 141, pl. 2, fig. ga-b, 9a-c.

- 1964, *Discolithus distinctus* Bramlette et Sullivan, Sullivan, p. 182, pl. 4, fig. 4a-b.
- 1964, *Discolithus multiporus* Kamptner, Stradner, p. 134 ; text-fig. 4-8.
- 1965, *Discolithus distinctus* Bramlette et Sullivan, Sullivan (*pro parte)*, p. 33, pl. 4, fig. 1a-b, 2a-b (*non* pl. 4, fig. 3a-b, 4a-b, 5a-b, 6a-b).
- 1965a, *Discolithus* cf. *distinctus* Bramlette et Sullivan, Cohen, p. 15, pl. 3, fig. r-t.
- 1965, *Discolithina multipora* (Kamptner) Martini, p. 400.
- * 1966, *Discolithina confossa* Hay, Mohler et Wade (*pro parte)*, p. 392, pl. 9, fig. 1 (*non* pl. 9, fig. 2-6).
- * 1966, *Discolithus multiporus* Stradner et Adamiker, p. 340, pl. 3, fig. 1, text-fig. 16 (X).
- * 1966, *Pontosphaera vadosa* Hay, Mohler et Wade (*pro parte)*, p. 391, pl. g, fig. 4 (*non* pl. 8, fig. 1-3).
- 1967, *Discolithina distincta* (Bramlette et Sullivan) Levin et Joerger, p. 166, pl. 1, fig. 14 a-b, 15 a-b.

Source : MNHN, Paris

- * 1967, *Discolithina* sp. aff. *Discolithina distincta* (Bramlette et Sullivan), Gartner et Smith, p. 5, pl. 6, fig. 4-6.

- 1968, *Discolithina distincta* (Bramlette et Sullivan) Martini *in* Martini et Ritzkowski, p. 245, pl. 1, fig. 7, g.

- * 1968, *Discolithina multipora* (Kamptner) Martini, Haq, p. 36-37, pl. 6, fig. 4-9. - * Stradner *in* Stradner et Edwards, p. 35-37, pl. 32-35, text-fig. 7 a-b.

- 1969b, *Discolithina distincta* (Bramlette et Sullivan) Levin et Joerger, Martini, p. 134, pl. 1, fig. 7, g.

DESCRIPTION :

Les diagnoses de E. Kamptner concernant *Discolithus multiporus* et *Discolithus vigintiforatus* sont identiques(1), seuls les dimensions et le nombre des pores varient ; j'ai donc placé entre parenthèses les valeurs données pour *Discolithus vigintiforatus*. E. Kamptner précise d'ailleurs (1948, p. 4) que la plupart des nouveaux types qu'il décrit dans ce travail **n'ont été fondés que sur un seul exemplaire,** c'est-à-dire qu'il n'y a qu'un chiffre pour chaque dimension mentionnée sans marge ou latitude.

« Schwach breitelliptische, ein wenig aufgewölbte Platte, deren seitliches Profil sich nach der Basis Konisch verengt. Länge 8,9μ, (8,4) ; Breite 7,2μ(6,4) ; Hohe 2,8μ(2,2) ; mit schmuler, erhöliter Randpartie. Binnenfläche 6,6μ(5,8) lang, 5μ(4,1) breit, von mehr als 40 (18) Poren durchbrochen, die in drei konzentrischen, teilweise durch Unregelmässigkeiten gestörten Kranzen angeordmet erscheinen ».

REMARQUES :

On peut, à propos de ces deux espèces, noter plusieurs faits : les ordres de grandeur des dimensions données par E. Kamptner sont très voisins. On peut, et ces variations se retrouvent chez d'autres espèces, les considérer comme spécifiques.

Les spécimens que j'ai étudiés ont :
- une longueur de 7,0 à 10,3μ,
- une largeur de 4,8 à 7,0μ,
- une hauteur totale de 1,9 à 2,3μ.

La zone marginale seule a une épaisseur de 0,9μ environ et une hauteur de 0,8 à 1,3μ. Ces dimensions correspondent bien à celles fournies par E. Kamptner. On peut remarquer toutefois que ces discolithes sont plus ou moins elliptiques.

La différence la plus frappante réside sans doute dans le fait que dans le cas de *Discolithus multiporus* il y a 40 pores dans la zone centrale et chez *Discolithus vigintiforatus* 18 seulement. Les comptages que j'ai pu effectuer ont montré qu'il y a de 23 à 72 pores ! Ils sont disposés en trois cycles concentriques (au maximum) et les pores restants, s'il y en a, sont au centre du discolithe, sans ordre apparent (Fig. 6).

Je pense que ces éléments suffisent à montrer que ces deux espèces peuvent être mises en synonymie.

Par ailleurs, ces discolithes montrent tous les caractères du genre *Discolithus*. On voit très bien sur certaines électromicrographies (pl. XII, fig. 5, 6, 7) la limite entre les éléments de calcite formant le plancher et ceux constituant la paroi externe. Les éléments du plancher sont disposés radialement (pl. XII, fig. 5 ; Fig. 6) et ceux de la paroi obliquement, dans le sens dextre (pl. XII, fig. 3, 5, 8) ou le sens senestre (pl. XII, fig. 6, 7).

(1) Ces deux formes ont d'ailleurs été décrites dans des sédiments miocènes du bassin de Vienne : *Discolithus multiporus* dans le « Tegel de Baden », et *Discolithus vigintiforatus* dans les « marnes à Amphistégines ».

Source : MNHN, Paris

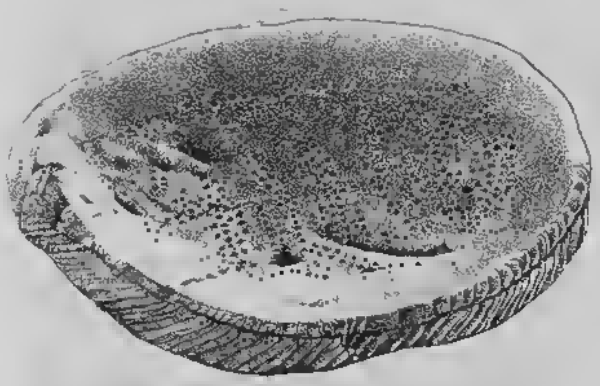


Fig. 5 : *Discolithus japonicus* Takayama nov. comb. (x 4 600 environ), face proximale.

Fig. 6 : *Discolithus multiporus* Kamptner (x 10 700 environ), face proximale.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Discolithus multiporus ressemble beaucoup à *Discolithus japonicus,* mais la taille des perforations (0,4 à 0,6μ dans le premier cas ; 0,1μ dans le second) de même que leur disposition (voir la remarque faite à propos de *Discolithus japonicus)* les distinguent immédiatement.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Paléocène, côte californienne, F.R. Sullivan, 1964 ;
- Eocène, côte californienne, F.R. Sullivan, 1965 ;
- Eocène supérieur, Allemagne, U.Z. Bilal ul Haq, 1968 ; Louisiane, S. Gartner Jr et L.A. Smith, 1967 ; Caucase, W.W. Hay, H.P. Mohler et M.E.Wade, 1966 ; Alabama, H.L. Levin et A.P. Joerger, 1967 ;
- Eocène supérieur à Miocène moyen, Nouvelle-Zélande, H. Stradner (*in* H. Stradner et A.R. Edwards, 1968) ;
- Oligocène inférieur, Allemagne du Nord, E. Martini et S. Ritzkowski, 1968 ; E. Martini, 1969b ;
- Miocène, Autriche, E. Kamptner, 1948 ;
- Miocène supérieur (« Sahélien »), El Mehdi (Oranie), G. Deflandre (*in* G. Deflandre et Ch. Fert, 1954) ;
- Tertiaire moyen, carottes du Pacifique, E. Martini, 1965 ;
- Actuel, vase de l'Adriatique, C.L.D. Cohen, 1965a ;
- Miocène, Hodna (864, 874, 66 A 23, 66 A 26, G.G.), forme rare à fréquente ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-8, 68-9, 68-3, R.L. ; El Mehdi, G.D.), côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme rare à commune ;
- Pliocène, Chéliff (68-14, R.L.), forme rare.

DISCOLITHUS SPARSIFORATUS KAMPTNER 1948.
Fig. 7, 8 ; pl. VIII, fig. 1 a-b, 2, 3 a-c ; pl. IX, fig. 1 a-e, 2 ; pl. X, fig. 1 a-b, 3, 4.

- 1948, *Discolithus sparsiforatus* Kamptner, p. 5, pl. 2, fig. 13.

Source : MNHN, Paris

- 1959, Kamptner ex Deflandre, p. 150.
- 1964, *Discolithus longiforaminis* Baldi-Beke, p. 164, 170, 172, pl. 1, fig. 3, 3 a-b.
non 1967, *Discolithina sparsiforata* (Kamptner) Trexler, p. 1 357-1 360, 1 362 (1).

DESCRIPTION

E. Kamptner (1948) a, en microscopie photonique, très bien décrit cette espèce : « *Schwach breitelliptisch, napfförmig ; seitliches Profil nach der Basis konisch sich verengend. Länge 10,5μ, Breite 8,1μ, Höhe 4,2μ. Napfboden aufgewölbt, sehr dick, mit der oberen Fläche bis etwa zur halben Höhe des Kalkkörpers reichend ; an der Unterseite nur schwach aufgedellt ; mit Zahlreichen Poren, von denen 24 einen peripheren Kranz bilden, innerhalb dessen die übrigen (im ganzen 13) Poren unregelmässig verteilt liegen. Oberer Rand der Seitenwand wulstig verdickt* ».

La microscopie électronique à balayage permet de compléter cette description de la façon suivante : la couronne de pores externe comprend de 24 à 32 perforations environ, séparées par le même nombre de contreforts (Fig. 7). Les autres pores, au nombre de 13 à 35 environ, sont mieux visibles sur la face proximale que sur la face distale ; ils sont disposés en ellipses concentriques, fréquemment incomplètes (Pl. IX, fig. 2). Sur le fond distal du coccolithe on observe de petites stries orientées selon des ellipses concentriques (Pl. VIII, fig. 1a).

Fig. 7 : *Discolithus sparsiforatus* Kamptner ex Deflandre (x 4 600 environ), face distale.

La paroi externe du mur est formée de lames de calcite se chevauchant et très obliques (Fig. 8).

La paroi interne de ce mur est tapissée de granules de taille uniforme (Fig. 7).

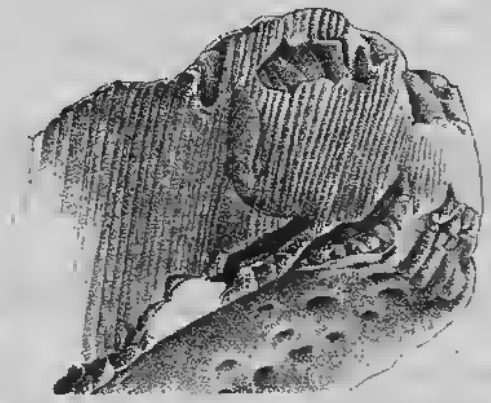


Fig. 8 : *Discolithus sparsiforatus* Kamptner ex Deflandre (x 8 700 environ), face proximale.

(1) D.W. Trexler a cité cette espèce dans le Crétacé supérieur du Colorado, mais manifestement il ne s'agit pas de *Discolithus sparsiforatus*.

Source : MNHN, Paris

DIMENSIONS :

- longueur des discolithes observés : 10,6 à 13,9μ ;
- largeur : 6,7 à 11,0μ ;
- largeur de la bordure marginale : 0,7 à 1,7μ ;
- hauteur du discolithe : 2,3 à 3,2μ.

REMARQUES :

Dans ce cas encore, E. Kamptner a donné un seul chiffre pour les dimensions du discolithe et le nombre de perforations qu'il porte, mais les nombreuses formes que j'ai examinées montrent une variation graduelle, il n'y a pas plusieurs groupes de dimensions.

Lorsque le discolithe est un peu abimé, on distingue sur le fond du côté distal un sillon médian longitudinal d'où partent des sillons radiaires (pl. X, fig. 3).

Cette espèce est, ainsi que *Discolithus multiporus*, une des plus abondantes dans les échantillons où elle est présente.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

En vue proximale, *Discolithus sparsiforatus* peut être confondu avec *Discolithus multiporus*, mais ce dernier est moins épais, plus concave sur la face proximale, ses perforations sont généralement plus grosses et leur forme plus irrégulière (sur la face proximale).

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Tertiaire (Miocène), Bassin de Vienne (« Badener Tegel »), E. Kamptner, 1948 ;
- Miocène, Hongrie, M. Baldi-Beke, 1964 ;
- Miocène, Chéliff (6g-1, 6g-2, 6g-3, 6g-g, 68-9, R.L. ; El Mehdi, G.D.), forme fréquente ;
- Miocène supérieur et Pliocène, côte atlantique du Maroc (PK g21, PK g27, H.F.), forme fréquente.

DISCOLITHUS aff. *OBLIQUIPONS* DEFLANDRE 1954.
Pl. XVIII, fig. 3, 4, 5.

DESCRIPTION :

G. Deflandre donne de *Discolithus obliquipons* la description suivante : « elliptique allongé, à bord lisse, à marge assez irrégulièrement délimitée à l'intérieur ; aire centrale barrée d'une lamelle oblique ». Les dimensions de l'holotype sont les suivantes : 10μ de longueur, 6μ de large. Les paratypes mesurent en moyenne 6,6μ de long et 4μ de large.

Les exemplaires étudiés, ressemblant à *Discolithus obliquipons* et que j'ai trouvés uniquement dans l'Oligocène, permettent, grâce à la microscopie électronique à balayage, de donner la description suivante :

Discolithe elliptique, peu profond. **Plancher incomplet** traversé par une barre transversale

Source : MNHN, Paris

oblique formant un angle de 45° environ avec le grand axe du discolithe et constitué de 2 (ou plus) cristaux robustes, un peu effilés vers le centre et ne se fondant pas. Les deux ouvertures elliptiques ainsi délimitées dans le fond ont un contour irrégulier.

DIMENSIONS :

- longueur du discolithe : 6,6 à 7,0μ ;
- largeur du discolithe : 3,2 à 3,5μ ;
- hauteur du discolithe : 1,5μ environ ;
- longueur totale de l'ouverture centrale : 3,3 à 4,1μ ;
- largeur de l'ouverture : 1,1 à 1,4μ ;
- largeur de la barre : 0,5 à .1μ.

REMARQUES :

Les spécimens que j'ai observés sont assez corrodés, mais cet état de conservation permet de mieux voir l'arrangement des éléments constitutifs du plancher sur la face distale (pl. X, fig. 3, 5).

L'exemplaire de *Discolithus* aff. *obliquipons* de la figure 4 (planche X) semble un peu calcifié secondairement de même que le coccolithe que l'on distingue à l'arrière-plan.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

En 1966, W.W. Hay, H.P. Mohler et M.E. Wade créent le genre *Traversopontis* avec pour générotype *Discolithus obliquipons* Deflandre et pour diagnose : « *shallow elliptical lopadoliths (1) with two large openings in the ends of the ellipse, separated by a central bridge* ».

Je n'ai pas jugé bon d'utiliser ce genre car la figure publiée par ces auteurs (pl. 8, fig. 5) présente tous les caractères du genre *Discolithus*.

Les exemplaires de *Discolithas* aff. *obliquipons* examinés ici ont des points communs avec *Discolithus obliquipons :* forme elliptique, barre oblique ; mais, en général. leur taille est nettement plus petite, la marge interne n'est pas délimitée irrégulièrement.

Ces spécimens diffèrent également de *Discolithus pulcheroides* Sullivan car les perforations centrales de cette espèce sont à peu près semi-circulaires, son pont peut être oblique ou droit, sa bordure marginale est très étroite et traversée de sillons peu nets. De plus *Discolithus pulcheroides* semble apparaître plus tôt, il a été décrit dans le Paléocène de Californie tandis que *Discolithus obliquipons* est connu dans l'Eocène supérieur.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Oligocène, zone prérifaine du Maroc (Kh 14, H.F.) forme commune.

DISCOLITHUS sp.
Pl. XI, fig. 3.

DESCRIPTION :

Discolithe à mur assez haut, plancher portant environ 25 perforations, plancher et paroi très épaissis. Cette forme ne ressemble à aucune de celles décrites précédemment.

(1) Voir à ce sujet la note p. 42.

Source : MNHN, Paris

DIMENSIONS :

La hauteur varie de 3,2 à 4,5 μ ; la largeur de 5,0 à 7,0 μ ; la longueur de 7,2 à 8,5 μ et la largeur de la bordure va de 0,9 à 1,2 μ.

REMARQUES :

On observe bien la disposition concentrique des couches d'éléments de calcite doublant la face interne de la paroi, les éléments externes sont obliques, inclinés dans le sens dextre en vue proximale. Je pense qu'il s'agit de discolithes hypercalcifiés.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène supérieur, Chéliff (68-3, R.L.), Hodna (66 A 26, G.G.). Partout où je l'ai observée, cette forme est rare.

Genre *PONTOSPHAERA* LOHMANN 1902.
- 1902, genus *Pontosphaera* Lohmann, p. 129.

DESCRIPTION :

Selon H. Lohmann, les cellules appartenant au genre *Pontosphaera* se présentent ainsi : « Pôle flagellaire de la coque couvert de coccolithes, sans bouche. Les flagelles sortent par un pore. Les coccolithes sont le plus souvent en forme de disque avec un bord épaissi, plus rarement en forme d'écuelle, mais dans ce dernier cas leur face plane repose encore toujours sur la membrane de la coque ».

En 1955, E. Kamptner définit le genre *Pontosphaera* comme suit : « *Plattenförmige oder auch untertassen-bis napfförmige Kalkkörper, häufig von Poren durchbrochen ; wenn untertassen-oder napfförmig, dann stets mit dem Binnenraum nach aussen der Zelloberfläche aufliegend* ».

REMARQUES :

Lorsqu'en 1937, E. Kamptner crée la sous-famille des *Pontosphaeroideae,* le principal caractère qu'il cite est : **absence de plage buccale** (déjà signalée par H. Lohmann).

Les distinctions entre le genre *Discolithus* et le genre *Pontosphaera* sont bien minimes et on ne peut sérieusement créer un nouveau taxon pour un discolithe fossile isolé se rattachant au genre *Pontosphaera* plutôt qu'au genre *Discolithus* en l'absence de tout renseignement sur la coccosphère entière.

Les deux espèces de *Pontosphaera* étudiées ci-dessous ont été décrites dans des **sédiments récents** et sous forme de **cellules entières,** c'est la raison pour laquelle j'ai utilisé ce genre.

J'ai adopté pour le genre *Pontosphaera* la description suivante : coccosphères sans plage buccale, recouvertes de discolithes possédant les caractères du genre *Discolithus.*

GENEROTYPE :

Pontosphaera syracusana LOHMANN 1902.

Source : MNHN, Paris

PONTOSPHAERA DISCOPORA SCHILLER 1925.
Pl. XIII, fig. 4a, 4b, 4c.

- 1952, *Pontosphaera discopora* Schiller, p. 11, pl. 1, fig. 4.
- * 1955, Halldal et Markali, p. 19, pl. XXVII, fig. 1-3.
- * 1969, Boudreaux et Hay, p. 271, pl. VI, fig. 1-7.

En 1925, J. Schiller décrit ainsi cette forme : « *Schale kugelig bis rundlich-eiförmig, 17-20m gross, uberall mit ovalen 8-9 grossen, napfartigen Discolithen bedeckt, deren Boden mit in Reihen angeordneten fenen Poren dicht bedeckt ist. Die Coccolithen lassen Zwischenräume frei, durch welche die Schalenmambran durchlickt. Zellen nur konserviert gesehen ; Geisseln bei den wenigen Zellen, die ich sah, nicht mehr vorhanden* ».

DESCRIPTION :

Grâce aux observations en microscopie électronique, on peut dire que ce sont des discolithes profonds, évasés vers la face distale. L'aire centrale porte de 65 à 80 perforations rondes de 0,2 à 0,3μ de diamètre, espacées de 0,2 à 0,3 μ et disposées en ellipses concentriques. La paroi externe du mur est constituée de lames de calcite se chevauchant et inclinées.

DIMENSIONS :

- longueur du discolithe : 6,5 à 10,4μ ;
- largeur du discolithe : 4,5 à 7,8μ ;
- hauteur du discolithe : 4,3 à 5,0μ ;

REMARQUES :

La forme photographiée sur les figures 4 a-c de la planche XIII présente un resserrement net de son mur vers la face distale. Cette variation qui pourrait être l'homologue du mur des *Scyphosphaera,* mais beaucoup moins développé, n'a jamais été signalée par les auteurs ayant étudié *Pontosphaera discopora.*

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

L'ellipse la plus externe portant des perforations est très près du bord externe du discolithe, contrairement à d'autres espèces comme *Discolithus multiporus* ou *Discolithus sparsiforatus.* Il n'y a pas ici de marge et de plus les perforations sont suffisamment grosses et nombreuses pour que cette forme ne puisse être confondue avec aucune autre.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Plio-Pleistocène-Récent, carottes de l'Atlantique, J.E. Boudreaux et W.W. Hay, 1969 ;
- Actuel, Adriatique, J. Schiller, 1925 ; Gulf Stream, P. Halldal et J. Markali, 1955 ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-3, 68-9, R.L.), forme rare.

Source : MNHN, Paris

PONTOSPHAERA cf. *PONTOSPHAERA DISCOPORA* SCHILLER 1925.
Pl. XIII, fig. 1.

DESCRIPTION :

Cette forme possède tous les caractères de *Pontosphaera discopora,* mais les perforations ont une forme moins régulière et le mur du discolithe s'évase largement à l'extrémité distale.

La hauteur totale du spécimen examiné peut difficilement être estimée mais elle semble intermédiaire entre les discolithes plats (comme ceux de *Discolithus multiporus*) et les lopadolithes de *Scyphosphaera.*

DIMENSIONS :

- longueur du discolithe : 9μ ;
- largeur du discolithe : 6,8μ ;
- nombre de perforations : 70 environ.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Cette forme ressemble au genre *Koczyia* Boudreaux et Hay (1969, p. 273) : « *Lapadoliths having a distal margin which flares outward abruptly* ». L'unique espèce (générotype) appartenant à ce genre (*Koczyia lepida*), décrite dans le Pliocène supèrieur de sondages de l'Atlantique, ne porte pas de perforations mais des sillons (un peu comme *Pontosphaera scutellum)* et elle est plus grande (diamètre maxima : 13,6μ). Il faut également noter que certaines espèces de *Scyphoshaera* (comme par exemple les spécimens de *Scyphosphaera pulcherrima* Deflandre des figures 3, 4, et 5 de la plancche XIV) ont aussi un mur s'écartant brusquement à l'extrémité distale.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène supérieur, côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.).

PONTOSPHAERA SCUTELLUM KAMPTNER 1952.
Fig 9; pl. X, fig. 5a, 5b.

- 1950, *Discolithus scutellum* Kamptner, p. 153.
- 1952, *Pontosphaera scutellum* Kamptner, p. 233, fig. 1.
- 1954, Kamptner p. 12-16, fig. 1-7.
- 1955, Kamptner, p. 13, pl. 1, fig. 12a-b.
- * 1965a, Cohen, p. 18-19, pl. 15, fig. a-b.
- * 1969, Boudreaux et Hay, p. 271, pl. 5, fig. 9-13.

La diagnose donnée par E. Kamptner en 1955 est :

« Normalelliptische, einfache, ein wenig aufgewölbte Platte. Länge 9,5μ, Breite 6,7μ, Höhe 1,9μ, Dicke 1;1μ. Die Oberseite trägt eine Längsraphe, von der jederseits 9 Inzisuren fiederartig ausgehen. Die Randpartie ist mit etwa 50 Kerben versehen.

Source : MNHN, Paris

DESCRIPTION :

Les spécimens étudiés en microscopie électronique montrent qu'il s'agit de : discolithes elliptiques avec un plancher (proximal) formé au bord de 75 à 80 petits éléments de calcite étroits orientés radialement et au centre d'environ 40 éléments allongés plus gros et de tailles variées allant des côtés vers le sillon longitudinal médian, tous ne vont pas jusque là. La paroi externe du discolithe est constituée de lames de calcite disposées obliquement par rapport au bord et se chevauchant (Fig. 9). La face proximale est assez déprimée. Les perforations sont parfois cachées par les lames de calcite recouvrant le fond.

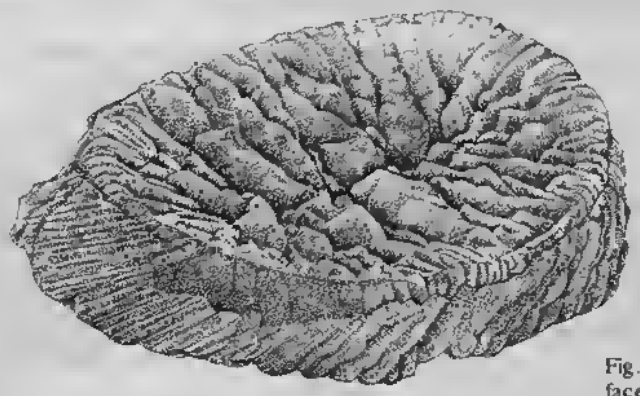


Fig. 9 : *Pontosphaera scutellum* (x 9 000 environ). face proximale.

DIMENSIONS :

- longueur du discolithe : 9,0 à 9,5μ ;
- largeur du discolithe : 5,6 à 6,3μ ;
- hauteur du discolithe : 1,5 à 1,8μ ;
- largeur de la bande d'éléments étroits bordant le fond proximal : 0,6μ environ.

REMARQUES :

Je n'ai pas observé de *Pontosphaera scutellum* par la face distale.

Il faut noter la similitude de la disposition des éléments du plancher et du mur avec le genre *Discolithus* (Fig. 9).

Les spécimens étudiés par C.L.D. Cohen sont semblables, les éléments de la face proximale ont la même disposition, ceux de la zone centrale sont un peu moins gros.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Tertiaire, Insulinde, E. Kamptner, 1955 ;
- Plio-Pleistocène-Récent, carottes Atlantique, J.E. Boudreaux et W.W. Hay, 1969 ;
- Actuel, Antilles, E. Kamptner, 1952 ; E.Kamptner, 1954 ; Adriatique, C.L.D. Cohen, 1965a ; Atlantique, E. Kamptner, 1967 ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-9, R.L.) ;
- Miocène supérieur, côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.) ;
- Pliocène, côte atlantique du Maroc (PK 827, H.F).

Dans ces trois échantillons, *Pontosphaera scutellum* est rare.

Source : MNHN, Paris

Genre *SCYPHOSPHAERA* LOHMANN 1902 *emend* DEFLANDRE 1942.

- 1902, genus *Scyphosphaera* Lohmann, p. 129, 132.

DIAGNOSE :

H. Lohmann propose la diagnose suivante : « Coque globuleuse, sans ouverture, couverte de cercles de coccolithes. Quelques uns sont transformés, par un développement anormal des bords, en gros appendices en forme de gobelets qui sont posés sur la coque comme la coquille d'un parasite quelconque, mais représentent des appareils de flottaison ».

- 1942, genus *Scyphosphaera* Lohmann *emend.* Deflandre (incl. *Thorosphaera* Ostenfeld), p. 5-6.

DIAGNOSE :

« La coque globuleuse, constituée par des discolithes, porte autour d'un grand cercle qui peut être considéré comme équateur, une couronne de lopadolithes. Ceux-ci peuvent être définis comme des discolithes dont le bord, hautement développé en une paroi relativement mince, donne naissance à des éléments creux de formes variées : cupule, tonnelet, cloche, amphore, calice ou tube plus ou moins évasé dans sa partie distale ».

GENEROTYPE : *Scyphosphaera apsteinii* LOHMANN 1902 (*apsteini* a été modifié en *apsteinii* par Schiller (1926, p. 126), selon le code international de nomenclature botanique, article 73, recommandation 73 C, b).

REMARQUES :

Les discolithes (simples et équatoriaux) sont jointifs ou même légèrement espacés sur la coccosphère. Ce seul fait suffit à expliquer que jusqu'à maintement on n'ait pu observer de coccosphères fossiles de *Scyphosphaera* sp. Les cellules entières ne portent pas d'ouverture définie, les flagelles sortent par un intervalle entre les coccolithes.

Il faut également remarquer que l'on désigne sous le nom de *Scyphosphaera* uniquement les lopadolithes alors que depuis H. Lohmann (1902) on sait que les autres éléments de ces coccosphères sont de simples discolithes.

SCYPHOSPHAERA APSTEINII LOHMANN 1902.
Fig. 10, 11 ; pl. VII, fig. 5a, 5b ; pl. XIII, fig. 2, 3 ; pl. XIV, fig. 1a, 1b ; pl. XV, fig. 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f.

- 1902, *Scyphosphaera apsteini* Lohmann, p. 132, pl. 4, fig. 26-30.
- 1925, *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann, Schiller, p. 126.
- 1942, *Scyphosphaera apsteini* Lohmann, Deflandre, p. 127, 130, fig. 2, 10-12, 15.
- 1948, Kamptner, p. 9, pl. I, fig. 3.
- 1951, Lecal-Schlauder, p. 277, fig. 14.
- 1952, (a) Deflandre, p. 110, fig. 40. - (b) Deflandre, p. 444, 453, 461 ; fig. 343 B, C, D ; 350 G ; 359 B. - Kamptner, p. 380, fig. 19a-b.
- 1954, Kamptner, p. 19, fig. 10-11.
- 1955, Gardet, p. 494, pl. I, fig. 5. - Kamptner, p. 22, fig. 109-112.

Source : MNHN, Paris

- 1967, (a) Bramlette et Wilcoxon, p. 107, pl. 10, fig. 1, 2, 4. - Kamptner, p. 148, pl. 9, fig. 64, 65, 67 ; pl. 10, fig. 69-71.
- 1969, Martini, p. 289, pl. 27, fig. 3, 4. - Boudreaux et Hay, p. 274-275, pl. VI, fig. 16-18.

H. Lohmann (1902) donne de cette espèce la description suivante : « Les coccolithes en forme de gobelets sont disposés suivant un grand cercle ; souvent le cercle n'est pas fermé. Les gobelets sont presque toujours de taille très diverse. Le diamètre de la coque, sans les gobelets, est de 12 à 23μ, avec les calices 34,5 à 46μ. Coccolithes simples ou ovales, avec un bord légèrement épaissi, 8,5μ de long, mais la taille est très variable sur une même cellule ».

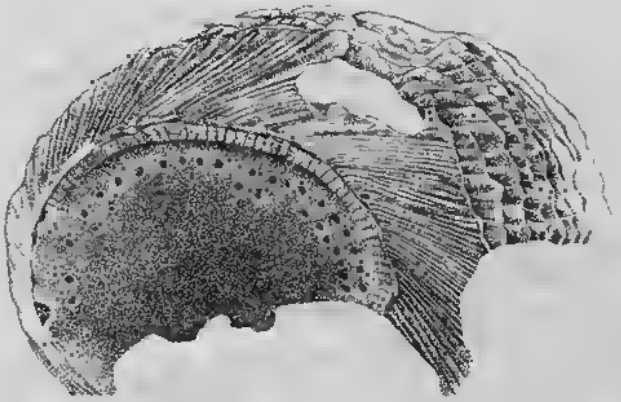


Fig. 11 : *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann (x 6 000 environ) ; vue distale.

Fig. 10 : *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann (x 4 600 environ), vue proximale.

DESCRIPTION :

La seule description que je peux fournir est celle de lopadolithes équatoriaux (je n'ai, en effet, pas d'éléments sur la coccosphère entière et seulement des hypothèses sur les discolithes simples) :

Lopadolithes en forme de gobelets, d'écuelles à mur très haut. Ouverure plus ou moins large. Aire centrale constituée sur la face proximale, d'éléments orientés radialement et portant plusieurs ellipses concentriques de perforations rondes, régulières (Fig. 10). Mur d'épaisseur uniforme constitué, sur la face externe, à l'extrémité proximale, de fines lamelles de calcite inclinées par rapport au bord et se chevauchant dans le sens dextre en général ; vers l'extrémité distale, il y a une succession de « cycles », emboités les uns dans les autres, d'éléments plus ou moins réguliers se chevauchant et donnant à cette partie une allure côtelée ou « perlée » (Fig. 10).

A l'intérieur du lopadolithe, l'aire centrale porte un cycle externe de perforations alternant avec des contreforts, puis d'autres cycles de perforations plus petites. Paroi interne entièrement tapissée de granules de calcite (Fig. 11).

DIMENSIONS :

- longueur du lopadolithe : 8,3 à 15,2μ ;
- hauteur du lopadolithe : 5,9 à 12,5μ ;
- épaisseur de la paroi : 0,9 à 2,0μ ;
- hauteur de la zone proximale portant les fines lames de calcite inclinées : 1,8 à 4,2μ ;
- largeur de l'ouverture : 4,2 à 10,4μ.

Source : MNHN, Paris

REMARQUES :

Les variations de taille de cette espèce sont assez importantes. H. Lohmann (1902) note déjà que « les gobelets sont presque toujours de tailles très diverses » et ses figurations (fig. 26-29, pl 4) montrent très bien ce caractère.

L'ouverture du lopadolithe est plus ou moins béante puisqu'elle varie entre 4,2 et 10,4μ. Le cas du spécimen de la planche VII (fig. 5a et 5b) de ce travail est un peu particulier car il y a un étranglement très net de l'ouverture, le mur semble épaissi autour de l'ouverture.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Bien que ne pouvant être confondue avec *Discolithus sparsiforatus*, les points de ressemblance entre les deux espèces sont nombreux, la partie inférieure du lopadolithe est tout à fait comparable au discolithe :

- la disposition des élèments de calcite de l'aire centrale (face proximale) et de la paroi externe du mur est la même ;
- la disposition des perforations de l'aire centrale est également la même, il y a présence de contreforts dans les deux cas et les perforations du cycle externe sont plus grosses ;
- chez les deux espèces, la paroi interne du mur est tapissée de granules de calcite ;
- enfin les ordres de grandeur des dimensions sont comparables :

	Discolithus sparsiforatus	*Scyphosphaera apsteinii*
grand diamètre du coccolithe	10.6 à 13.9 moyenne 12.2	8.3 à 15.2 moyenne 11.7
Epaisseur du mur	0.7 à 1.7 moyenne 1.2	0.9 à 2.0 moyenne 1.4
Hauteur de la zone proximale externe portant les lames de calcite inclinées	(= hauteur totale du mur) 2,3 à 3.2 moyenne 2,7	1.6 à 4.2 moyenne 3.0

On peut supposer, comme je l'ai fait pages 41 et 42, que les deux espèces recouvraient une même coccosphère. Les convergences morphologiques sont suffisamment importantes pour étayer cette hypothèse. De plus, la répartition géographique et stratigraphique de ces deux espèces est la même ; on note simplement quelques lacunes dans la répartition stratigraphique de *Scyphosphaera apsteinii*. Mais cela s'explique peut-être par le fait que les lopadolithes constituant la ceinture équatoriale sont moins nombreux que les discolithes simples recouvrant le reste de la cellule.

E. Kamptner (1948) signale un spécimen de *Scyphosphaera apsteinii* dans le même sédiment (« Badener Tegel ») que *Discolithus sparsiforatus*.

Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut conclure, mais *Scyphosphaera apsteinii* existant encore dans les mers et océans actuels, il est à peu près certain que l'étude en microscopie électronique de coccosphères entières appartenant à cette espèce nous donnera la solution de ce problème.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène inférieur, Algérie, M. Gardet, 1955 ; Gabon, E. Martini, 1969 ;

Source : MNHN, Paris

- Miocène supérieur, Algérie, G. Deflandre, 1934, 1942 ; M. Gardet, 1955 ; Autriche, E. Kamptner, 1948 ;
- Miocène, Tunisie, M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon, 1967a ;
- Pliocène, Algérie, M. Gardet, 1955 ;
- Tertiaire, Insulinde, E. Kamptner, 1955 ;
- Plio-Pleistocène-Récent, J.E. Boudreaux et W.W. Hay, 1969 ;
- Récent, Atlantique, G. Deflandre, 1942 ;
- Actuel, Atlantique, H. Lohmann, 1902 ; Méditerranée, J. Lecal, 1951 : G. Deflandre, 1952 a et b ; E. Kamptner, 1952, 1955, 1967 ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-1, 68-3, 68-8, R.L.), côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.) ;
- Pliocène, côte atlantique du Maroc (PK 827, H.F.).

Partout où je l'ai retrouvé, *Scyphosphaera apsteinii* est fréquent.

SCYPHOSPHAERA PULCHERRIMA DEFLANDRE 1942.
Pl. XIV, fig. 3, 4, 5 ; pl. XV, fig. 2.

- 1942a, *Scyphosphaera pulcherrima* Deflandre, p. 135, fig. 28-31.
- 1952, (a) Deflandre, p. 110, fig. 42. - (b) Deflandre, p. 464, fig. 361 1-J.
- 1955, Kamptner, p. 25, fig. 128, 129. - Gardet, p. 495, pl. I, fig. 6.
- 1967a, Bramlette et Wilcoxon, p. 107, pl. 10, fig. 5.

G. Deflandre (1942) propose pour cette espèce la description suivante : « Les élégants lopadolithes qui sont groupés sous ce nom affectent la forme de minuscules clochettes, plus ou moins largement évasées. La partie inférieure est un peu en tonnelet ou en forme de dé à coudre (à section elliptique), et la paroi en est ondulée (4 à 7 ondulations) jusqu'à la base de l'ouverture. Celle-ci forme une sorte d'entonnoir d'un angle de 70 à 100° environ. Les ondulations déterminent des sillons transversaux qui, s'entrecroisant avec des stries longitudinales, forment des bossettes alignées en rangées rectangulaires, parfois un peu irrégulières. Les variations observées tant dans la forme générale que dans l'ornementation, seront figurées ultérieurement en détail. La vue latérale est cylindro-conique, un peu renflée, et l'ouverture est moins évasée. Les dimensions observées sont les suivantes : hauteur, 11 à 13μ ; largeur : à la base, 3,5 à 6,5μ environ ; à la partie renflée, 6 à 10μ ; à la constriction, 5 à 8,5μ ; à l'ouverture maxima, 9,5 à 13μ ».

DESCRIPTION :

La description de G. Deflandre peut, grâce à la microscopie électronique à balayage, être ainsi complétée :

- la base du lopadolithe (partie proximale) est en tronc de cône. L'aire centrale est constituée d'éléments de calcite orientés radialement et portant des perforations disposées en ellipses concentriques. Le mur est formé de fines lames de calcite, très nombreuses et inclinées par rapport au bord.
- La partie intermédiaire du lopadolithe est cylindrique et semble faite de plusieurs « *cycles* » d'éléments emboités, l'ensemble a un aspect nervuré.
- La partie distale est largement évasée. Les angles d'ouverture sont généralement inférieurs à 90°. Cette partie comprend un cycle d'éléments allongés, assez gros et au nombre de 40 environ.

La surface interne (visible à la faveur de cassures comme celle de la figure 2 de la planche XV) porte des nervures longitudinales fines et assez irrégulières sur toute sa longueur sauf sur la partie distale. Il n'y a aucune trace des « *cycles* » visibles sur la face externe (peut-être y a-t-il présence de deux couches superposées dans le mur ?).

Source : MNHN, Paris

DIMENSIONS :

- hauteur du lopadolithe : 12,5 à 13,7μ ;
- largeur de la partie intermédiaire : 5,3 à 5,6μ ;
- largeur de l'ouverture : 7,9 à 8,6μ.

REMARQUES :

Les spécimens de cette forme très particulière présentent une très grande unité morphologique et dimensionnelle.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Les formes de *Scyphosphaera pulcherrima* que j'ai observées ressemblent tout à fait à celle figurée par G. Deflandre (1942 a, fig. 31).

Les lopadolithes de *Scyphosphaera campanula* Deflandre sont plus larges que ceux de *Scyphosphaera pulcherrima*, la partie évasée est moins importante et l'angle d'ouverture généralement plus faible (égal ou inférieur à 45°).

Scyphosphaera amphora Deflandre présente des lopadolithes dont la partie proximale et la partie intermédiaire sont renflées fortement, puis après un léger étranglement, la partie distale s'évase comme celle des lopadolithes de *Scyphosphaera pulcherrima*.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène supérieur (« Sahélien »), El Mehdi (St-Denis du Sig, Oranie), G. Deflandre, 1942 a, 1952 a et b ; Oranie, M. Gardet, 1955 ;
- Miocène, Trinité (Antilles), M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon, 1967 a ;
- Tertiaire, Insulinde, E. Kamptner, 1955 ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-1, 68-9, R.L. , El Mehdi, G.D.) ; côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme commune.

SCYPHOSPHAERA RECTA (Deflandre) KAMPTNER 1942.
Pl. XV. fig. 3.

- 1942, (a) *Scyphosphaera apsteini* Lohmann var. *recta* Deflandre, p. 131, fig. 16.
- 1952, (b) Deflandre, p. 464, fig. 361 F.
- 1955, *Scyphosphaera recta* (Deflandre) Kamptner, p. 23, fig. 115, 116.
- 1969, Boudreaux et Hay, p. 227, pl. VI, fig. 19-21.

G. Deflandre décrit ainsi la variété *recta* de *Scyphosphaera apsteini* : « Cette variété est créée pour un lopadolithe dont la forme et les dimensions diffèrent fortement de ce qui constitue l'espèce-type. Ici, les flancs partant de la base restent rectilignes sur les deux tiers de la hauteur en s'évasant largement, puis se referment en se courbant pour laisser une ouverture à peine égale à la base. La paroi, en outre, va en s'épaississant vers l'ouverture, alors que c'est généralement l'inverse qui s'observe chez le type. Des stries fines, en quadrillage, couvrent cette paroi ».

Les dimensions du spécimen qu'il a étudié sont :
- hauteur : 24μ ;
- largeur maxima : 19μ ;

Source : MNHN, Paris

- base : 11 μ ;
- ouverture : 10,7 μ .

En 1955, E. Kamptner modifie légèrement cette description : « *Das seitliche Profil steigt am Unterteil bis zur Ausbauchung geradlinig auf. Der Apex ist ein wenig breiter als die Bazis* ». Il donne les dimensions suivantes :

- hauteur : 16,7 à 22 μ ;
- largeur : 12 à 14,5 μ ;
- largeur apex : 6 à 8 μ ;
- largeur de la base : 4 à 8 μ.

DESCRIPTION :

Les spécimens observés correspondent tout à fait aux descriptions de G. Deflandre et E. Kamptner et présentent les caractères de *Scyphosphaera* que j'ai pu préciser grâce au microscope électronique à balayage.

Forme générale en tronc de cône se resserrant brusquement autour de l'ouverture à l'extrémité distale. Ouverture à peu près de même taille que l'extrémité proximale.

Partie basale en tronc de cône avec les éléments calcitiques de l'aire centrale disposés radialement et les éléments constitutifs du mur inclinés par rapport au bord et se chevauchant. Partie supérieure du lopadolithe constituée de « *cycles* » d'éléments emboités, aspect extérieur nervuré irrégulièrement.

REMARQUES :

Cette espèce est beaucoup plus rare que les deux précédentes.

J.E. Boudreaux et W.W. Hay (1969) font remarquer que la partie proximale est elliptique tandis que l'extrémité distale est circulaire, j'ai pu noter la même particularité morphologique chez la plupart des spécimens observés.

DIMENSIONS :

- hauteur du lopadolithe : 12 à 14,7 μ ;
- diamètre de la partie proximale : 5,3 à 6,6 μ ;
- diamètre maximum de la partie supérieure : 11,5 à 12,6 μ.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène supérieur (« Sahélien »), El Mehdi (St-Denis du Sig, Oranie), G. Deflandre, 1942 a, 1952 b ;
- Tertiaire, Insulinde, E. Kamptner, 1955 ;
- Plio-Pleistocène-Récent, carottes des Caraïbes, J.E. Boudreaux et W.W. Hay, 1969 ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-3, 68-8, 68-9, R.L.) ; côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme rare ;
- Pliocène, côte atlantique du Maroc (PK 827, H.F.), forme rare.

Source : MNHN, Paris

SCYPHOSPHAERA sp.
Pl. XIV, fig. 2.

DESCRIPTION :

La forme générale de ce lopadolithe, massue dont la partie la plus large est à l'extrémité proximale, ressemble un peu à *Scyphosphaera intermedia*. Les très rares spécimens observés présentent les caractères du genre *Scyphosphaera*, mais l'aspect extérieur et les dimensions sont en partie dissimulés par des granules de calcite surajoutés.

DIMENSIONS :
- hauteur du lopadolithe : 15,5 à 16,5μ environ ;
- diamètre de la base : 6,3 à 7,0μ environ ;
- diamètre de la partie resserrée : 3,4 à 3,8μ environ.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Pliocène, côte atlantique du Maroc (PK 827, H.F.).

III - FAMILLE DES *SPHENOLITHACEAE* DEFLANDRE 1952.

« Sphénolithes, ou corpuscules en coin, à structure sphénolithique particulière, donnant en lumière polarisée une croix noire en position longitudinale ».

Genre *SPHENOLITHUS* DEFLANDRE 1952.
- 1952, genus *Sphenolithus* Deflandre *in* Grassé, p. 446, fig. 363.

DIAGNOSE :

« Sphénolithes à embase prismatique surmontée d'un cône allongé costulé ; embase polygonale arrondie (en vue apicale), formée de batonnets calcaires rayonnants autour de son centre ».

GENEROTYPE : *Sphenolithus radians* DEFLANDRE 1952.

SPHENOLITHUS ABIES DEFLANDRE 1954.
Pl. XXIII, fig. 1, 2, 3, 4.

- 1953, *Sphenolithus abies* Deflandre, p. 1786 (non figuré).
- 1954, Deflandre *in* Deflandre et Fert, p. 164, pl. 10, fig. 1-4 (F.M.G., n° 5 391).
- 1963, Martini et Bramlette, p. 855, pl. 102, fig. 6, 7.

Source : MNHN, Paris

- 1965, (a) Cohen, p. 34, pl. 5, fig. h, m.
- 1969, (a) Martini, p. 294, pl. 28, fig. 10, 11.
- * 1970, Deflandre et Deflandre-Rigaud, fiche n° 5 392, photographie et électromicrographie originales K. Perch-Nielsen, matériel-type G. Deflandre, 1954.

DIAGNOSE :

« Sphénolithe régulièrement conique sans embase différenciée, à apex plus ou moins émoussé, à base nettement arquée. Superficie bien marquée de dépressions irrégulières dues à la structure en éléments radiés ».

. Les formes observées par G. Deflandre avaient une hauteur de 4,8 à 5μ et une largeur de 3,7 à 4μ.

REMARQUES :

La forme générale est conique. La base (colonne proximale), polygonale arrondie, est fortement déprimée ; on y observe nettement les sutures entre les bases des éléments proximaux (pl. XXIII, fig. 3). De profil, on voit de nombreux éléments latéraux en forme d'alvéoles polygonales, très profondes, coniques ; leur paroi est mince, leur taille, leur nombre et leur disposition semblent assez variables. En vue apicale (pl. XXIII, fig. 2), on distingue une épine apicale à trois segments, se divisant chacun de façon bifide.

DIMENSIONS :

- hauteur : 3,6 à 7μ ;
- largeur à la base : 3,5 à 6,3μ.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène inférieur, Gabon, E. Martini, 1969 a ;
- Miocène, Atlantique (Sud-Est de la Guadeloupe), E. Martini et M.N. Bramlette, 1963 ;
- Mio-Pliocène (« Sahélien »), St-Denis du Sig (El Mehdi, Oranie), G. Deflandre (*in* G. Deflandre et Ch. Fert, 1954) ;
- Dragages, Adriatique, C.L.D. Cohen, 1965 a ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-1, 68-2, 68-3, 68-8, 68-9, R.L. ; El Mehdi, G.D.) ; Hodna (66 A 26, 66 A 23, 874, G.G.) ; côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.) ;
- Pliocène, côte atlantique du Maroc (PK 827, H.F.).

Sphenolithus abies est rare à fréquent dans les échantillons où je l'ai observé.

SPHENOLITHUS RADIANS DEFLANDRE 1954.
Pl. XXIII, fig. 5.

- 1952, (a) Deflandre *in* Grassé, p. 466-467, fig. 343 J-K, fig. 363 A-G (non décrit).
- 1953, Deflandre, p. 1 786, fig. 3.

Source : MNHN, Paris

- 1954, Deflandre *in* Deflandre et Fert, p. 163, pl. 12, fig. 36-38 ; text-fig. 109-112 (F.M.G., n° 5 393).
- 1959, Manivit, p. 24, pl. 3, fig. 9, 10.
- 1961, Bramlette et Sullivan, p. 166, pl. 14, fig. 6, 7, 8a-b.
- 1964, Sullivan, p. 194, pl. 9, fig. 10a-b.
- 1965, (a) Cohen, p. 35, pl. 5, fig. n-p. - Sullivan, p. 45, pl. 11, fig. 3.
- 1967, Hay et *al.*, p. 436, 437, 438. - Lezaud, p. 125, pl. 21, fig. 9-11.
- * 1970, Deflandre et Deflandre-Rigaud, fiche 5 394, électromicrographie originale D. Noël et K. Perch-Nielsen, matériel-type G. Deflandre, 1952.

DIAGNOSE :

G. Deflandre a décrit *Sphenolithus radians* comme suit :

« Embase prismatique surmontée d'un cône allongé, costulé peu distinctement, en vue apicale, polygonale arrondie. Structure héliolithique de la base au sommet ».

DIMENSIONS :

Les spécimens étudiés par G. Deflandre mesuraient :

holotype :
hauteur, 8μ ;
largeur, 3,5μ ;

paratypes :
hauteur, 8 à 9,3μ ;
largeur, 3,3 à 3,9μ.

REMARQUES :

La description de cette espèce correspond tout à fait à ce que j'ai pu observer. L'épine apicale est plus ou moins allongée, cela est sans doute dû à l'usure. Dans l'échantillon de Cl. Lalou (Atlantique), j'ai retrouvé la même forme avec une épine moitié moins longue et dont les arêtes sont émoussées. En vue apicale, l'épine est trifide, cela sur environ la moitié de sa longueur, puis chaque extrémité se divise de façon bifide. Cette structure est tout à fait comparable à celle qui se trouve au sommet de *Sphenolithus abies*, mais ici elle est beaucoup plus allongée.

En microscopie photonique et en lumière polarisée, cette forme se comporte comme *Sphenolithus abies*, ce qui montre la similitude des structures : pour les deux, il faut noter que contrairement aux Coccolithophoridés, la croix noire n'est observable que quand le sphénolithe est vu de profil.

Entre nicols croisés, on observe la succession suivante :

- quand le sphénolithe est parallèle aux axes de la platine, la base porte une croix noire orientée selon les axes de la platine, la partie conique supérieure est éteinte ;
- quand le sphénolithe est orienté à 45° par rapport aux axes de la platine, la base porte une croix noire orientée selon les bissectrices de la partie basale, la partie supérieure est éclairée.

Ceci se répète quatre fois quand la platine tourne de 360°.

Ce phénomène semble indiquer que la structure de *Sphenolithus radians* n'est pas héliolithique de la base au sommet ; seule la partie basale posséderait ce caractère.

Source : MNHN, Paris

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

La partie basale (colonne proximale) de *Sphenolithus radians* est tout à fait comparable à celle de *Sphenolithus abies*.

L'épine apicale assez importante de *Sphenolithus radians* les distingue immédiatement bien qu'en vue apicale sa structure soit la même dans les deux cas : trois éléments divisés de façon bifide dès le sommet (*Sphenolithus abies*, pl. XXIII, fig. 2) ou bien au tiers supérieur ou à la moitié de la hauteur (*Sphenolithus radians*).

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Paléocène, côte californienne, F.R. Sullivan, 1964 ;
- Eocène, côte californienne, F.R. Sullivan, 1965 ; Atlantique (zone des Caraïbes et des Antilles), W.W. Hay et *al.*, 1967 ;
- Eocène inférieur, Californie, M.N. Bramlette et F.R. Sullivan, 1961 ;
- Eocène moyen, Californie, M.N. Bramlette et F.R. Sullivan, 1961 ;
- Lutétien, Donzacq (France), G. Deflandre (*in* G. Deflandre et Ch. Fert, 1954) ;
- dragages, Adriatique, C.L.D. Cohen, 1965a ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G. ; 874, G.G.), forme assez rare.

SPHENOLITHUS sp.
Pl. XXIII, fig. 6a, 6b, 6c.

DESCRIPTION :

Les exemplaires désignés sous ce nom n'ont pu être rapportés à aucune des espèces connues actuellement. Ils ressemblent par leur forme générale à *Sphenolithus abies*, mais les parois des éléments proximaux et latéraux semblent beaucoup plus épaisses, peut-être s'agit-il de phénomènes de recristallisation comme les cristaux situés à gauche sous le coccolithe et visibles sur les 3 électromicrographies de la planche XXIII peuvent le faire penser.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Oligocène, zone prérifaine du Maroc (Kh 14, H.F.), forme rare.

B - ORDRE DES ORTHOLITHES *(ORTHOLITHAE)* DEFLANDRE 1952.

« Eléments de la coque à microstructure d'apparence cristalline ». Grossièrement, ce sont les formes ne produisant pas de croix noire entre nicols croisés.

1 - FAMILLE DES *THORACOSPHAERACEAE* SCHILLER 1930.

Selon G. Deflandre (1952a, p. 458), les caractères de cette famille sont les suivants :

Source : MNHN, Paris

« Coque rigide, constituée de porolithes (prismes polygonaux à perforation axiale) d'orientation cristalline propre ».

Certains de ces prismes sont imperforés comme ceux de *Thoracosphaera imperforata* Kamptner il est donc préférable d'utiliser la définition suivante pour la famille des *Thoracosphaeraceae* : coccosphère sphérique ou subsphérique, rigide, constituée de prismes polygonaux à orientation cristalline propre.

Genre *THORACOSPHAERA* KAMPTNER 1927.

- 1927, genus *Thoracosphaera* Kamptner, p. 180.

Coccosphère sphérique constituée d'un réseau d'éléments polygonaux équivalents à des coccolithes.

GENEROTYPE : *Thoracosphaera pelagica* KAMPTNER 1927.

THORACOSPHAERA HEIMI (Lohmann) KAMPTNER 1919.
Pl. XXI, fig. 3, 4.

- 1919, *Syracosphaera heimi* Lohmann, p. 117, fig. 29.
- 1927, *Thoracosphaera pelagica* Kamptner, p. 180-184, fig. 6.
- 1954, *Thoracosphaera heimi* (Lohmann) Kamptner, p. 40-42, fig. 41-42.
- 1961, Stradner, p. 87-88, fig. 75.
- 1964, Cohen, p. 248, pl. 5, fig. 7a-b.
- 1965, (a) Cohen, p. 30-31, pl. 5, fig. f.
- * 1969, Boudreaux et Hay, p. 265, pl. III, fig. 16-19 ; pl. IV, fig. 1.

DESCRIPTION :

Sphère avec un orifice circulaire ; les éléments polygonaux constitutifs, les porolithes, portent une perforation centrale.

DIMENSIONS :

- diamètre de la sphère : 7,6 à 13,3μ ;
- diamètre de l'ouverture : 2,4 à 4,9μ .

REMARQUES :

H. Stradner (1961) signale que certaines formes ne possèdent peut-être pas d'ouverture.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Thoracosphaera heimi est très facilement distinguable des autres espèces de *Thoracosphaera* comme *T. imperforata* et *T. saxea* Kamptner car ses éléments (porolithes) sont perforés.

Source : MNHN, Paris

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Plio-Pleistocène-Récent, carottes Atlantique, J.E. Boudreaux et W.W. Hay, 1969 ;
- Actuel, Méditerranée, H. Lohmann, 1919 ; Atlantique, E. Kamptner, 1927, 1954 ; Pacifique, H. Stradner, 1961 ; Pacifique, C.L.D. Cohen, 1964, 1965 a ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G.), forme rare ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-9, R.L.) ; côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme rare.

II - FAMILLE DES *DISCOASTERACEAE* TAN SIN HOK 1927.

L'origine des Discoasters, classiquement traités avec les Coccolithophoridés, n'est toujours pas élucidée. Le premier chercheur qui se soit attaché à l'étude de ce groupe est Tan Sin Hok (1927 a et b). Selon cet auteur, les Discoasters sont des plaquettes servant au revêtement de la cellule de Protistes encore inconnus. La forme même des Discoasters, très souvent concaves-convexes, peut être un élément en faveur de cette hypothèse. Mais il faut reconnaître que plus de quarante ans après ces travaux, les Discoasters restent toujours assez enigmatiques (1). Les seuls faits tangibles étant qu'ils sont constitués de calcite, qu'ils sont apparu au Tertiaire, ont connu un développement maximum au Miocène (approximativement), ont disparu progressivement à la fin du Tertiaire - début du Quaternaire et n'existent plus dans les mers actuelles.

En l'absence de définition complète de la famille, je proposerai les caractères suivants pour la famille des *Discoasteraceae* Tan Sin Hok : cellules entières inconnues, les astérolithes sont toujours trouvés isolés. L'absence de structure sphérolithique est le caractère principal, commun à toutes les formes de cette famille.

En 1927, Tan Sin Hok propose trois groupes auxquels il donne la valeur de genres :

- *Heliodiscoaster*,
- *Eudiscoaster*,
- *Hemidiscoaster*.

a) *Heliodiscoaster* : formes en rosette dont les rayons ne se séparent jamais les uns des autres. Vues de profil, elles ne sont pas arquées. Il peut y avoir un bouton central saillant.
Exemple : *Heliodiscoaster barbadiensis* Tan Sin Hok.

b) *Eudiscoaster* : formes étoilées dont les rayons (5 à 8) restent distincts jusqu'au centre. Elles sont légèrement courbées de profil. Il peut y avoir chez quelques unes un bouton central.
Exemple : *Eudiscoaster brouweri* Tan Sin Hok.

c) *Hemidiscoaster* : formes dont les rayons sont réunis par groupes de 3 avec entre deux rayons d'un même groupe un angle de 120°. Elles sont bombées en vue latérale. Il y a moins de variations du nombre des rayons que dans les genres précédents.
Exemples : *Hemidiscoaster molengraaffi* Tan Sin Hok.

Dans le cadre du présent travail, la classification de Tan Sin Hok est applicable dans la majorité des cas, mais certaines espèces comme *Discoaster aster* Bramlette et Riedel et *Discoaster adamanteus* Bramlette et Wilcoxon n'entrent dans aucun des trois genres ; aussi ne l'ai-je pas reprise.

Genre *DISCOASTER* TAN SIN HOK 1927.

- 1927b, genus *Discoaster* Tan Sin Hok, p. 412.

(1) Les publications de J. Lecal-Schlauder (1952) et A.S. Bursa (1964) concernant des cellules entières et vivantes rattachables aux Discoastéridés sont peu convaincantes.

Source : MNHN, Paris

DESCRIPTION

Les caractères que l'on peut considérer comme génériques sont les suivants :

- forme étoilée,
- vue latérale très souvent convexo-concave,
- présence d'un bouton central proximal ou distal fréquent.

REMARQUES :

Au récent Congrès de Micropaléontologie planctonique (Rome, septembre-octobre 1970), il a été décidé d'appeler, par analogie avec les coccolithes (*s. s.*) :

- **face proximale** : la face concave du Discoaster ;
- **bouton proximal** : le bouton situé sur cette face ;
- **face distale** : la face convexe du Discoaster ;
- **bouton distal** : le bouton situé sur la face convexe du Discoaster.

GENEROTYPE : *Discoaster pentaradiatus* TAN SIN HOK 1927 (b), p. 416, fig. 14.

DISCOASTER ADAMANTEUS BRAMLETTE ET WILCOXON 1967.
Pl. XXIV, fig. 1a, 1b, 1c, 1d.

- 1965, *Discoaster* sp. I Martini, p. 405, pl. XXXVI, fig. 11, 12.
- 1967, (a) *Discoaster adamanteus* Bramlette et Wilcoxon, p. 108-109, pl. 7, fig. 6.
- * 1967, (a) *Discoaster obtusus* Gartner, p. 2, pl. 3, fig. 1-6 (F.M.G., n° 4 807, 4 808).

DESCRIPTION :

La description de cette espèce est celle donnée par E. Martini (1965) pour *Discoaster* sp. 1.

Ce sont des « *six-rayed, relatively thick forms with closed outline in most cases, but some show rays as short stumps with a notched outline. The rays are especially thick medially, and carry a distinctive edge on the more convex side. Generally, a very small pore is present in the centre. In side view one side is seen to be more convex than the other. Diameter : 6-13μ* ».

Les formes rencontrées correspondent absolument à cette description. Le petit « *pore* » de la face distale (la plus convexe) est une simple dépression relativement profonde. Il est possible que la face proximale porte un bouton central (cela s'observe sur la figure 1d de la planche XXIV).

DIMENSIONS :

- diamètre de l'astérolithe : 6,5 à 9,7μ ;
- épaisseur : 3,5 à 4,0μ environ.

REMARQUES :

E. Martini n'avait pas donné de nom à cette espèce car il pensait qu'il s'agissait des formes jeunes d'une ou de plusieurs espèces difficilement déterminables spécifiquement. La distinction

Source : MNHN, Paris

spécifique ne se faisant qu'au fur et à mesure de leur croissance. M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon (1967a) notent que, bien que ces formes soient assez semblables à des formes jeunes, il s'agit vraisemblablement d'une espèce distincte.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Oligocène, sondages du Pacifique, E. Martini, 1965 ; Trinité (Antilles) , M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon, 1967a ;
- Miocène inférieur, Trinité, S. Gartner Jr., 1967b ;
- Miocène, sondages du Pacifique, E. Martini, 1965 ; Trinité, M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon, 1967a ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G.), forme rare.

DISCOASTER ASTER BRAMLETTE ET RIEDEL 1954.
Fig. 12 ; pl. XXIV, fig, 3, 4 ; pl. XXV, fig. 1a, 1b, 1c ; pl. XXVI, fig. 1a, 1b, 1c.

- 1951, *Discoaster stella* (Ehrenberg) Colom et Gamundi, pl. 25, fig. 6 (1).
- 1954, *Discoaster aster* Bramlette et Riedel, p. 400, pl. 39, fig. 7.
- 1957, Bramlette, p. 269, pl. 61, fig. 4.
- 1959, (a) Stradner, p. 1 0gg, fig. 29.
- 1960, *Discoaster rotundus* Noël (*pro parte*), p. 213, pl. 2, fig. 3 (d'après Bramlette et Riedel), (*non* pl. 2, fig. 2, 6).
- 1961, *Discoaster aster* Bramlette et Riedel, Narasimhan, p. 70, pl. 2, fig. 2. - Stradner, *in* Stradner et Papp, p. 63, pl, 1, fig. 1-7 ; text-fig. g (1).
- 1962, Benesova et Hanzlikova, p. 123, pl. 3, fig. 1, 2, 6.
- 1963, Bystricka, p. 275, pl. 1, fig. 10-12.
- 1965, Levin, p. 270, pl. 43, fig. 3.
- 1967, Kamptner, p. 163, pl. 24, fig. 127. - Levin et Joerger, p. 171-172, pl. 3, fig. 14, 15, 19a-b.

DESCRIPTION :

« Asterolith stellate, with commonly five or six, rarely seven thick and wide rays which vary markedly in width and degree of separation, and terminate in a rounded or bluntly pointed tip. The rays are somewhat irregular in outline due to their rather rugose surface. Total diameter usually 8-20 microns ».

Cette espèce varie, en effet, beaucoup en taille et dans l'arrangement de l'aire centrale de la face distale.

Les spécimens que j'ai pu oberver en microscopie électronique à l'occasion de cette étude se présentent comme suit :

Astérolithes avec 5 ou 6 rayons dont l'extrémité est, en vue distale, arrondie ou aiguë, les sutures sont droites.

En vue latérale, la face distale est très convexe, les rayons ont une arête médiane très vive et droite et ils sont très pointus.

(1) M.M. Bramlette et W.R. Riedel ont inclus *Discoaster stella* (Ehrenberg) dans cette espèce car à l'origine ce nom désignait un microfossile siliceux.

Source : MNHN, Paris

La face proximale porte un gros bouton central pentagonal constitué de cinq éléments qui occupe presque toute l'aire centrale. Les extrémités des éléments se trouvent au milieu de chaque aire interradiale et les sutures entre ces éléments sont un peu ondulées.

DIMENSIONS :

- diamètre de l'astérolithe : 3,2 à 10,2μ ;
- épaisseur : 3,2 à 4,5μ.

REMARQUES :

Il est possible que parmi toutes les formes décrites ici et celles figurées dans la littérature sous le nom de *Discoater aster* il y ait plusieurs espèces.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Paléocène, Autriche, H. Stradner et A. Papp, 1961 ;
- Eocène, Californie, T. Narasimhan, 1961 ;
- Eocène inférieur, Tchécoslovaquie, E. Bystrika, 1963 ;
- Eocène moyen et supérieur, Alabama, H.L. Levin et A.P. Joerger, 1967 ;
- Eocène supérieur, Mississippi, H.L. Levin, 1965 ;
- Oligocène, Autriche, H. Stradner, 1959a ;
- Oligocène inférieur, La Barbade (Antilles), M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ;
- Oligocène inférieur et moyen, Alabama, H.L. Levin et A.P. Joerger, 1967 ;
- Miocène supérieur, Tchécoslovaquie, E. Benesova et E. Hanzlikova, 1962 ;
- Actuel, Atlantique Sud, E. Kamptner, 1967 (probablement remanié) ;
- Miocène, zone prérifaine du Maroc (Kh 271, H.F.), forme rare ;
- Miocène, Hodna (66 A 26 G.G.), forme rare ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-3, R.L.), forme rare ;
- Pliocène, côte atlantique du Maroc (PK 827, H.F.), forme rare.

DISCOASTER BARBADIENSIS TAN SIN HOK *emend.* BRAMLETTE ET RIEDEL, 1954.
Pl. XXX, fig. 1a, 1b, 2a, 2b, 3, 4.

- 1892, « *crystalloïds* » Jukes-Browne et Harrison, p. 178, fig. 4-6.
- 1927, (b) *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok, p. 119.
- 1934, *Heliodiscoaster barbadiensis* Tan Sin Hok, Deflandre, p. 65, fig. 22, 23 (d'après Tan Sin Hok), 29-31 (d'après Jukes-Browne et Harrison).
- 1939, *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok, Bersier, p. 238, fig. 22-29.
- 1946, *Heliodiscoaster barbadiensis* Tan Sin Hok, Colom, p. 45, pl. 1, fig. 20-22.
- 1951, Colom, p. 161-162, fig. 3 (1-3), fig. 4 (1-5).
- 1951, *Hemidiscoaster barbadiensis* (Tan Sin Hok), Colom et Gamundi, p. 360, pl. 25, fig. 1 («Helidiscoaster »).

Source : MNHN, Paris

- 1952, (a) *Heliodiscoaster barbadiensis* Tan Sin Hok, Deflandre, p. 465, fig. 362 V-V'.

- 1953, Klumpp, p. 383, pl. 16, fig. 3 (6a-d). - Wetzel et Weyl, p. 33, fig. 5-6.

- 1954, *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok *emend.* Bramlette et Riedel, p. 398, pl. 39, fig. 5a-b.

- 1955, Gardet, p. 526, pl. 7, fig. 68a-b.

- 1957, Bramlette, p. 249, pl. 61, fig. 10.

- 1958, Martini, p. 366, pl. 5, fig. 24 a-c. - Stradner, p. 7, fig. 11-13.

- 1959, Manivit, p. 39, 41, pl. 10, fig. 1, 2, 3, 4a-b, 5. - (a) Stradner, p. 1 082, fig. 2. - (b) Stradner, p. 479, fig. 27, 28.

- 1960, Baldi-Beke, pl. 14, fig. 16. - (a) Martini, p. 76, pl. 8, fig. 10. - (b) Martini, p. 395, fig. 2.

- 1961, Bramlette et Sullivan, p. 158, pl. 11, fig. 2. - Narasimhan, p. 73, pl. 8, fig. 16 a-b ; pl. 9, fig. 18a-b. - Stradner *in* Stradner et Papp, p. 95, pl. 28, fig. 1, 2 et 6 ; text-fig. 9 (7), 18 (6), 24 (3).

- 1962, Benesova et Hanzlikova, p. 123, pl. 2, fig. 1 ; pl. 3, fig. 7 et 17. - Bouché, p. 8 9, pl. 3, fig. 1-4 ; text-fig. 16, 17. - * Hay et Towe, p. 515, pl. 10, fig. 3, 5. (F.M.G., n° 3715). - Stradner, p. 181, pl. 2, fig. 6, 7.

- 1963, Bystricka, p. 275, pl. 2, fig. 1-4.

- 1964, Bóna, p. 124, 127, pl. 15, fig. 4, 5. - Bystricka, p. 212, pl. 5, fig. 1. - Sullivan, p. 189, pl. 10, fig. 1, 2.

- 1965, * Black, p. 135, fig. 19 (F.M.G., n° 3 716). - (a) Cohen, p. 32, pl. 7, fig. a-d. - Locker, p. 1 262, pl. 1, fig. 1.

- 1966, Maresch, p. 383, pl. 3, fig. 6. - Proto Decima, p. 7, pl. 1, fig. 15.

- 1967, * Gartner et Smith, p. 6, pl. 12, fig. 1-3 (F.M.G., n° 4 764). - Haq, p. 63, pl. 7, fig. 1-2. - Hay et *al.*, p. 460, pl. 1, fig. 9-11. - Levin et Joerger, p. 172, pl. 3, fig. 17 a-b. - Lezaud, p. 62, pl. 7, fig. 11-14.

non * 1967, Honjo, Minoura, Okada et Minota, p. 139, text-fig. 3-4 (F.M.G., n° 4 765).

- * 1968, Honjo et Minoura (*pro parte*), p. 167, text-fig. 3 (*non* text-fig. 4) (F.M.G., n° 4 766).

DESCRIPTION :

En 1927, Tan Sin Hok décrit cette espèce comme un « astérolithe avec 11 à 21 bras ou secteurs se réunissant au centre en un granule net et saillant ». Le diamètre est d'environ 15μ.

M.N. Bramlette et W.R. Riedel (1954) donnent la description suivante : « *asterolith mushroom shaped, with a concavo-convex disc consisting of usually 9-13 rays, bearing a prominent stem on its concave surface. Rays joined throughout their length, with rounded or bluntly-pointed tips forming a serrate margin to the disc. Stem approximately conical, rounded distally. Total diameter usually 9-17 microns* ».

Les formes étudiées dans les sédiments du Néogène d'Algérie et du Maroc se présentent tout à fait selon la description de M.N. Bramlette et W.R. Riedel : la forme générale est nettement concave-convexe. Les bras (10-11 en moyenne) se terminent généralement en pointes ; vus de profil ils montrent une arête nette le long de leur ligne médiane. Le bouton central qui se trouve sur la face proximale est constitué par la coalescence des prolongements des bras.

DIMENSIONS : - diamètre 5,4 à 16,5μ.

Source : MNHN, Paris

REMARQUES :

A l'origine, *Discoaster barbadiensis* a été rangé par Tan Sin Hok parmi les Heliodiscoasters.

Cette espèce est maintenant très bien connue et très facilement reconnaissable. De nombreux auteurs l'ont retrouvée dans des sédiments de provenances géographiques et de localisations stratigraphiques très diverses.

Discoaster barbadiensis est probablement remanié de l'Eocène dans les sédiments néogènes d'Afrique du Nord.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Paléocène, Autriche, H. Stradner, 1959a ; Californie, F.R. Sullivan, 1964 ;
- Paléocène inférieur, Autriche, H. Stradner, 1959b ;
- Eocène, Saint-Domingue, W. Wetzel et R. Weyl, 1953 ; Californie, Saïpan, Nouvelle-Zélande, Caraïbes, France, Trinité, M.N. Bramlette et W. R. Riedel, 1954 ; France, E. Martini, 1960b ; Californie, T. Narasimhan, 1961 ; Allemagne, S. Locker, 1965 ; Japon du Sud-Ouest, S. Honjo et N. Minoura, 1968 ;
- Eocène inférieur, Algérie, H. Manivit, 1959 ; Tchécoslovaquie, E. Bystricka, 1963 ; Italie, F. Proto Decima, 1966 ; Pakistan, U.Z. Bilal ul Haq, 1967 ;
- Eocène inférieur et moyen, Allemagne du Nord, E. Martini, 1958 ; Californie, M.N. Bramlette et F.R. Sullivan, 1961 ;
- Eocène moyen, Autriche, H. Stradner, 1959b et 1961 (*in* H. Stradner et A. Papp) ; P. Bouché, 1962 ; Donzacq (France), W.W. Hay et K.M. Towe, 1962 ; Yougoslavie, H. Stradner, 1962 ;
- Eocène supérieur, Allemagne, B. Klumpp, 1953 ; La Barbade, M.N. Bramlette et W. R. Riedel, 1954 ; Iles Mariannes, M.N. Bramlette, 1957 ; Tchécoslovaquie, E. Bystricka, 1964 ; Louisiane, S. Gartner Jr et L.A. Smith, 1967 ; La Barbade, W.W. Hay et *al.*, 1967 ; Alabama, H.L. Levin et A.P. Joerger, 1967 ;
- Oligocène inférieur, Allemagne, E. Martini, 1960a ; O. Maresch, 1966 ;
- Oligocène, Suisse, A. Bersier, 1939 ; Hongrie, M. Baldi-Beke, 1960 ;
- Miocène inférieur, Majorque, G. Colom, 1946 ; Espagne, G. Colom et J. Gamundi, 1951 ; Oranie, M. Gardet, 1955 ;
- Miocène supérieur, Algérois, Oranie, M. Gardet, 1955 ; Hongrie, J. Bóna, 1964 ;
- Helvétien, Autriche, H. Stradner, 1958 ;
- Tortonien, Tchécoslovaquie, E. Benesova et E. Hanzlikova, 1962 ;
- Mio-Pliocène, Espagne, G. Colom, 1951 ;
- Pliocène, Algérois, Oranie, M. Gardet, 1955 ;
- Tertiaire, La Barbade, G. Deflandre, 1934, 1952a ; Haïti, G. Deflandre, 1934 ; Angleterre, M. Black, 1965 ; Japon, S. Honjo, N. Minoura et H. Okada, 1967 ;
- Actuel ? dragages Adriatique, C.L.D. Cohen, 1965a (probablement remanié) ;
- Oligocène, zone prérifaine (Kh 14, H.F.), forme fréquente ;
- Miocène, Hodna (g64, g74, 66 A 26, 66 A 23, G.G.), forme très fréquente ;
- Miocène supérieur, côte atlantique du Maroc (PK g21, H. F.), forme très fréquente ;
- Miocène supérieur, Chéliff (6g-9, R.L.), forme fréquente ;
- Pliocène, Chéliff (6g-14, R.L.), forme fréquente.

Source : MNHN, Paris

DISCOASTER BROUWERI TAN SIN HOK *emend.* BRAMLETTE ET RIEDEL 1954.
Fig. 13, 14, 15 ; pl. XXVII, fig. 1a, 1b, 1c, 2, 3, 4,.

- 1926, *Discoaster brouweri* Tan Sin Hok, p. 118, fig. 8a-b.
- 1934, Deflandre, p. 61, 65, fig. 8a-b, 26.
- 1940, Colom, p. 353, fig. IIa.
- 1946, Colom, p. 45, pl. 1, fig. 1, 2, 29.
- 1951, Colom, p. 161, 162, fig. 3 (7), 4 (12).

non 1951, Colom et Gamundi, p. 360, pl. 25, fig. 4.

non 1953, Klumpp, p. 383, fig. 4 (2 ab).

- 1954, Bramlette et Riedel, p. 402, pl. 39, fig. 12 ; text-fig. 3a-b.- * Deflandre et Fert, p. 120, text-fig. 8 (F.M.G., n° 3 718).
- 1957, Bramlette, p. 248, pl. 61, fig. 1.
- 1960, Noël, p. 211, pl. 1, fig. 11 (d'après Bramlette et Riedel).
- 1961, Narasimhan, p. 87, pl. 1, fig. 14. - Stradner (*in* Stradner et Papp) (*pro parte*), p. 85, pl. 20, fig. 1, 4, 5, (*non* pl. 20, fig. 2, 3, 6 ; text-fig. 8 (23)).
- 1962, Benesova et Hanzlikova, p. 123, pl. 4, fig 23.
- 1963, Martini et Bramlette, p. 851, pl. 102, fig. 9, 10. - Maslov, p. 160, fig. 35.
- 1964, Kamptner *in* Bachmayer, p. 185, pl. 2, fig. 3,
- 1966, Ushakova, p. 139, text-fig. 2 (8a-e).
- 1967, (a) Bramlette et Wilcoxon, p. 109, pl. 8, fig. 12. - Hay et *al.*, p. 468, pl. 5, fig. 1-4. - Kamptner, p. 164, pl. 24, fig. 133. - Lezaud, p. 65, pl. 7, fig. 17.- * Mac Intyre, Bé et Preikstas, pl. 3, fig. c (F.M.G., n° 4 772).- * Shumenko et Ushakova, p. 932, pl. 1, fig. a (F.M.G., n° 4 773).

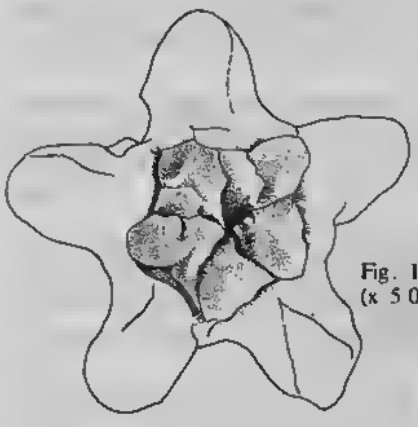


Fig. 12 : *Discoaster aster* Bramlette et Riedel (x 5 000 environ).

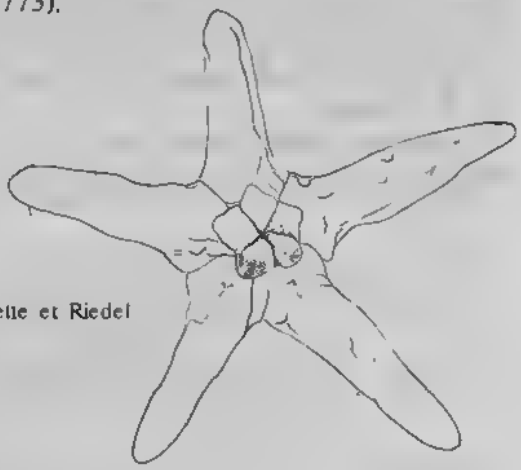


Fig. 13 : *Discoaster brouweri* Tan Sin Hok (x 5 000 environ).

DESCRIPTION :

Tan Sin Hok décrit ainsi *Discoaster brouweri* : discoaster étoilé dont les six bras cylindriques restent distincts les uns des autres jusqu'au centre. De profil, ils sont légèrement courbés. Sur quelques exemplaires, Tan Sin Hok a pu distinguer, au centre, un bouton.

M.N. Bramlette et W.R. Riedel (1954) ont restreint cette description aux « *asteroliths having usually six rays (occasionally five and rarely, if ever, seven) which are thin, elongate, bluntly pointed, not bifurcate. The rays are more or less bent like the ribs of an umbrella. Dimensions : 13,2 to 16,2 µ* ».

Source : MNHN, Paris

Les exemplaires de cette espèce que j'ai étudiés présentent les caractéristiques suivantes :

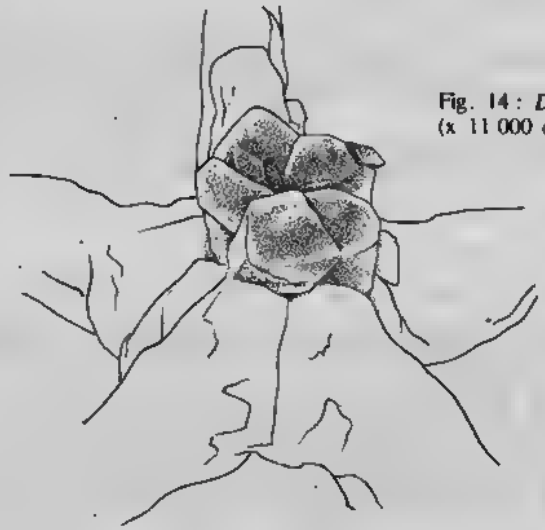


Fig. 14 : *Discoaster brouweri* Tan Sin Hok (x 11 000 environ).

- sur la face proximale (concave), les rayons, au nombre de 5, sont nettement courbés, légèrement effilés aux extrémités, leur largeur est à peu près constante, ils sont seuleument un peu élargis au centre et c'est leur réunion qui constitue l'aire centrale. Les sutures sont droites, très visibles et les aires interradiales ont un contour arrondi.

Le bouton proximal, central, de forme pentagonale (2 μ de diamètre en moyenne), est constitué de 5 éléments séparés par des sutures situées à peu près dans le même axe que les sutures des rayons, les pointes du pentagone étant dans les axes des rayons.

- En vue latérale (fig. 1b, 1c, pl. XXVII), on peut voir que les bras ne sont pas cylindriques, mais plutôt de section subtriangulaire. On voit aussi que le bouton est très saillant, il atteint environ 1 μ de hauteur.

- Sur la face distale (convexe) (fig. 2, pl. XXVII), il n'y a pas de bouton central, mais les parties élargies de chaque bras constituant l'aire centrale portent une nette dépression triangulaire.

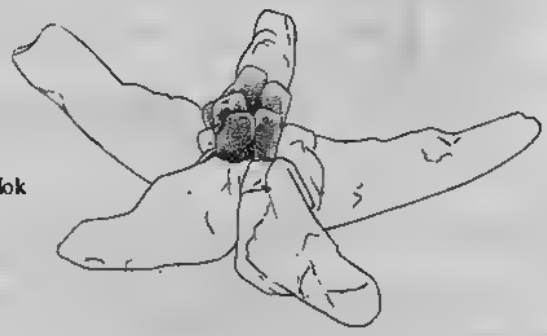


Fig. 15 : *Discoaster brouweri* Tan Sin Hok (x 5 700 environ).

REMARQUES :

M.N. Bramlette et W.R. Riedel notent que généralement les bras sont plus effilés dans les échantillons de Tan Sin Hok que celui-ci ne l'indique. De même, la courbure des bras peut devenir extrême dans certains gisements. Les exemplaires du matériel original de Tan Sin Hok montrent une aire centrale légèrement plus étendue que celles des formes habituellement comprises dans cette espèce.

Source : MNHN, Paris

Selon M.N. Bramlette et W.R. Riedel, c'est une des formes les plus abondantes et les plus largement répandues dans le Tertiaire supérieur.

DIMENSIONS :

- diamètre habituel : 12 à 14,5μ.

REMARQUES :

Tous les exemplaires de cette espèce que j'ai rencontrés ont 5 bras. Les formes sont parfois plus trapues (fig. 4, pl. XXVII) car les bras sont un peu plus courts, mais leur diamètre est toujours proche de la moyenne (12-13μ). En général, toutes ces formes sont nettement courbées.

Je n'ai observé cette espèce sous la forme typique décrite plus haut que dans l'échantillon PK 821 (H.F.), Messinien de la côte atlantique du Maroc. Elle y est très abondante et constitue avec quelques autres espèces de Discoasters environ 50 % du nannoplancton calcaire de cet échantillon. C'est le seul échantillon où il y ait une telle proportion de Discoasters.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Discoaster pentaradiatus Tan Sin Hok (1927b) a également 5 rayons et des dimensions voisines, mais ses rayons absolument cylindriques sont terminés par deux branches nettement séparées.

Discoaster quinqueramus Gartner (1969c) a 5 rayons et est très semblable à *Discoaster brouweri,* mais ses rayons sont un peu plus courts et plus trapus que ceux de *Discoaster brouweri.*

Discoaster asymmetricus Gartner (1969c) diffère de *Discoaster brouweri* par le fait que les angles entre ses rayons ne sont pas tous identiques.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène, Californie, T. Narasimhan, 1961 ; Tchécoslovaquie, E. Benesova et E. Hanzlikova, 1962 ;
- Miocène, Sicile, Tan Sin Hok, 1927b ; Sicile, G. Deflandre, 1934 ; Majorque, G. Colom, 1940 ; Pacifique, M.N. Bramlette, 1957 ; Italie, H. Stradner et A. Papp, 1961 ; Sicile, V.P. Maslov, 1963 ; Trinité, M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon, 1967 ;
- Miocène moyen à Pliocène, sondages Atlantique (Mohole), E. Martini et M.N. Bramlette, 1963 ;
- Miocène supérieur, Trinité, W.W. Hay et *al.*, 1967 ;
- Mio-Pliocène, Espagne, G. Colom, 1951 ; St-Denis du Sig (El Medhi, Oranie), G. Deflandre et Ch. Fert, 1954 ;
- Pliocène supérieur ? Pacifique, S.I. Shumenko et M.G. Ushakova, 1967 ;
- Tertiaire (Loess), Pleistocène ? Autriche, E. Kamptner *in* Bachmayer, 1964 ;
- Plio-Pleistocène, Atlantique, A. Mc Intyre, A.W.H. Bé et R. Preikstas, 1967 ;
- Actuel, dragages Pacifique, M.G. Ushakova, 1966 ; Atlantique Sud, E. Kamptner, 1967. Dans ces deux cas, *Discoaster brouweri* est probablement remanié.
- Miocène supérieur, bassin du Chéliff (El Medhi, G.D.) ? forme rare ;
- Miocène supérieur, côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme extrêmement abondante.

Source : MNHN, Paris

DISCOASTER CALCARIS GARTNER 1967.
Pl. XXXV, fig. 4a, 4b, 4c.

- * 1967, *Discoaster calcaris* Gartner, p. 2, pl. 2, fig. 3.
- * 1967, Hay et *al.*, pl. 5, fig. 5.

DESCRIPTION :

S. Gartner Jr., en microscopie électronique à transmission, décrit cette espèce comme suit : « *asterolith, usually with 6 rays, bifurcating asymmetrically at tip ; longer branch of bifurcation curved sharply laterally beyond tip of ray ; smaller branch of bifurcation making angle of about 60° with ray of asterolith and resembling spur on tip of ray* ».

Les rares exemplaires de *Discoaster calcaris* retrouvés en Afrique du Nord possèdent un petit bouton central, proximal, hexagonal, assez saillant (1 à 2 μ de hauteur). Les pointes de l'hexagone se trouvent dans l'axe des rayons. Les sutures de l'aire centrale et du bouton sont droites. Les bras sont pratiquement de la même largeur sur toute leur longueur, leur section semble subtriangulaire. Les aires interradiales ont un contour arrondi.

DIMENSIONS :

- diamètre total : 13 à 14 μ ;
- diamètre de l'aire centrale : 2,6 à 3 μ ;
- diamètre du bouton proximal : 1 à 1,2 μ ;
- largeur des bras : 0,9 à 1 μ.

REMARQUES :

C'est une forme très particulière et très aisément reconnaissable sous différents angles en raison de ses rayons fins et très longs, de leur terminaison très remarquable et de l'aire centrale très réduite.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène moyen, Trinité (Antilles), S. Gartner Jr., 1967c, forme rare ;
- Miocène supérieur, Trinité (Antilles), W.W. Hay et *al.*, 1967 ;
- Miocène, Chéliff (68-g, R.L.), forme rare.

DISCOASTER CHALLENGERI BRAMLETTE ET RIEDEL 1954.
Pl. XXXII, fig. 1a-b, 2 ; pl. XXXV, fig. 1a-c, 2, 3.

- 1954, *Discoaster challengeri* Bramlette et Riedel, p. 401, pl. 39, fig. 10 (F.M.G., n° 4 778).
- 1957, Bramlette, p. 248, pl. 61, fig. 2.
- 1957, *Discoaster challengeri* Bramlette et Riedel var. Bramlette, p. 248, pl. 61, fig. 3.
- 1960, Baldi-Beke, pl. 14, fig. 13. - (b) Martini, p. 395, fig. 8. - Noël, p. 221, pl. 3, fig. 11, 12 (d'après Bramlette et Riedel).

Source : MNHN, Paris

- 1961, Stradner (*in* Stradner et Papp), (*pro parte*), p. 83, pl. 18, fig. 3-6 ; pl. 19, fig. 4 ; text-fig. 8 (21), (*non* pl. 17, fig. 1-3, 6 ; pl. 18, fig. 1 ; pl. 19, fig. 1-3, 5 ; text-fig. 24 (10, 11).

non 1962, Benesova et Hanzlikova, p. 123, pl. 4, fig. 8, 21.

- 1963, Martini et Bramlette, p. 851, pl. 103, fig. 11, 12. - Stradner (*pro parte*), p. 159, pl. 24, fig. 16 ; text-fig. 3 (1), (*non* pl. 24, fig. 13-15).

- 1964, Baldi-Beke, p. 168, pl.12, fig. 6, 7. - Bona, p. 124, 127, pl. 14, fig. 5, 6. - Cohen, pl. 3, fig. 6.

- 1965, (a) Cohen, p. 32, pl. 7, fig. e-g.

- 1967, (a) Bramlette et Wilcoxon, p. 109, pl. 8, fig. 1. - Hay et *al.*, p. 466, pl. 4, fig. 9, 10. - Kamptner, p. 164, pl. 24, fig. 130. - Lezaud, p. 66, pl. 7, fig. 18 ; pl. 8, fig. 1-2. - * Mac Intyre, Bé et Preikstas, pl. 3, fig. D (F.M.G., n° 4 779).

DESCRIPTION :

M.N. Bramlette et W.R. Riedel (1954) proposent pour cette espèce : « *asterolith with usually six (occasionally five or rarely seven) rays which are subcylindrical, distally bifurcate into short, rounded terminations. Rays show little or no curvature of the type found in D. brouweri. Widening of rays in central area never pronounced ; central area with or without a small, circular knob. Rays typical thin, but varying considerably in width. Total diameter generally 10-13*μ ».

Les nombreuses observations de cette espèce en microscopie électronique à balayage permettent de la décrire ainsi : astérolithes avec 6 bras coalescents s'élargissant légèrement pour former l'aire centrale. Les sutures de l'aire centrale sur la face distale sont droites et profondément déprimées. L'extrémité des bras s'évase en deux branches à peine séparées. La partie moyenne des rayons est de largeur constante. La face proximale est nettement concave. Les rayons présentent comme sur la face distale une arête médiane saillante. Il peut y avoir un petit bouton central proximal. Les aires interradiales sont arrondies.

DIMENSIONS :

- diamètre total : 9,8 à 15,9μ ;
- diamètre de l'aire centrale : 3,3 à 6,1μ.

REMARQUES :

M.N. Bramlette et W.R Riedel (1954) signalent que cette espèce est abondante et largement répandue dans le Miocène et se trouve probablement aussi dans l'Oligocène supérieur avec des formes plus massives.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Discoaster challengeri est très comparable à *Discoaster deflandrei* Bramlette et Riedel, mais ce dernier est beaucoup plus ramassé, son aire centrale est plus importante, ses rayons sont très courts et leurs côtés ne sont pas parallèles.

Discoaster divaricatus Hay (*in* Hay et *al.*, 1967) a un contour assez semblable à *Discoaster challengeri*, mais les branches situées à l'extrémité des rayons sont très nettement séparées.

Source : MNHN, Paris

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène, Ile Fidji, M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ; Trinité, M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon, 1967a ;
- Tortonien, Autriche, H. Stradner, 1959a ; Hongrie, M. Baldi-Beke, 1960, 1964 ; Autriche et Roumanie, H. Stradner, 1961 ; Autriche, H. Stradner, 1963 ; Hongrie, J. Bóna, 1964 ;
- Miocène inférieur, Trinité, Iles Mariannes, M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ;
- Miocène moyen, Jamaïque, M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ; sondages Atlantique (Mohole), E. Martini et M.N. Bramlette, 1963 ;
- Miocène supérieur, Atlantique Nord, E. Martini, 1960b ; Trinité, W.W. Hay et *al.*, 1967;
- Tertiaire supérieur, Ile Rotti (Antilles), M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ;
- Plio-Pleistocène, Atlantique, A. Mc Intyre, A.W.H. Bé et R. Preikstas, 1967 ;
- Pleistocène, Caraïbes, C.L.D. Cohen, 1964 ;
- Actuel, Ö. Tiefsee, H. Stradner, 1961 ; actuel (?), Adriatique, C.L.D. Cohen, 1965a ; actuel (?), Atlantique Sud, E. Kamptner, 1967. Dans ces trois cas, *Discoaster challengeri* est probablement remanié.
- Miocène, Hodna (864, 66 A 26, G.G.), forme fréquente ;
- Miocène, Chéliff (68-3, 68-8, 68-9, R.L. ; El Medhi, G.D.), forme fréquente ;
- Miocène supérieur et Pliocène, côte atlantique du Maroc (PK 821, PK 827, H.F.), forme très fréquente.

DISCOASTER cf. *D. CHALLENGERI* BRAMLETTE ET RIEDEL 1954.
Pl. XXXVI, fig. 2a, 2b, 2c.

DESCRIPTION :

Ces formes sont tout à fait comparables à *Discoaster challengeri*, mais les bras sont beaucoup plus longs dans leur partie moyenne. C'est pour cette raison que je les ai distinguées.

DIMENSIONS :

- diamètre total : 15,8μ en moyenne ;
- hauteur de l'astérolithe : 7,0μ environ.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène supérieur, côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme rare.

DISCOASTER DEFLANDREI BRAMLETTE ET RIEDEL 1954.
Pl. XXXIII, fig. 3a, 3b, 3c ; pl. XXXIV, fig. 1a, 1b, 1c, 2a, 2b.

- 1954, *Discoaster deflandrei* Bramlette et Riedel, p. 399, pl. 39, fig. 6 ; text-fig. 1a-c.
- 1957, Bramlette, p. 249, pl. 61, fig. 6.
- 1958, Martini, p. 363, pl. 5, fig. 23 a-c.
- 1958, *Discoaster* cf. *D. deflandrei* Bramlette et Riedel, Stradner, p. 8, fig. 17-19.

Source : MNHN, Paris

- 1959, *Discoaster deflandrei* Bramlette et Riedel, Manivit, p. 37, pl. 8, fig. 4. - (a) Stradner, p. 1 087, fig. 25.

- 1960, Baldi-Beke, pl. 14, fig. 14. - (a) Martini, p. 77, pl. 9, fig. 13, 14. - Noël (*pro parte*), p. 219, pl. 3, fig. 7-9 (*non* pl. 3, fig. 6), (d'après Bramlette et Riedel).

- 1961, Bramlette et Sullivan, p. 158, pl. 11, fig. 4a-b. - (a) Martini, p. 13, pl. 3, fig. 27. - Narasimhan, p. 81, pl. 4, fig. 18 ; pl. 9, fig. 20. - Stradner (*in* Stradner et Papp), p. 71, pl. 10, fig. 1-6 ; text-fig. 8 (7).

- 1962, Benesova et Hanzlikova, p. 123, pl. 3, fig. 8 (?), 18 ; pl. 2, fig. 13. - Stradner, p. 181, pl. 1, fig. 7.

- 1962, *Discoaster* cf. *deflandrei* Bramlette et Riedel, Benesova et Hanzlikova, p. 123, pl. 3, fig. 14.

- 1963, *Discoaster deflandrei* Bramlette et Riedel, Stradner *in* Bachmann, Papp et Stradner, p. 160, pl. 24, fig. 11.

- 1963, *Discoaster* aff. *deflandrei* Bramlette et Riedel, Martini et Bramlette, p. 852, pl. 105, fig. 6, 9.

- 1964 *Discoaster deflandrei* Bramlette et Riedel, Baldi-Beke, p. 168, pl. 2, fig. 8. - Bona, p. 124, 127, pl. 15, fig. 3. - Bystrika, p. 214, pl. 6, fig. 10. - Sullivan, p. 190,

- 1965, (a) Cohen, p. 33, pl. 7, fig. h. - (b) Cohen, p. 338, pl. 1, fig. E. - Locker, p. 1 262, pl. 1, fig. 3.

- 1965, *Discoaster* cf. *deflandrei* Bramlette et Riedel, Sullivan, p. 41, pl. 10, fig. 9.

- 1965, *Discoaster* sp. *(deflandrei*-group*)* Martini (*pro parte*), p. 406, pl. 37, fig. 5 (*non* pl. 35, fig. 10 ; pl. 37, fig. 4, 6).

- 1967, *Discoaster deflandrei* Bramlette et Riedel, (a) Bramlette et Wilcoxon, p. 109, pl. 7, fig. 4. - Hay et *al.*, p. 462, pl. 2, fig. 6-9. - Levin et Joerger, p. 172, pl. 4, fig. 1, 2. - Lezaud, p. 67, pl. 8, fig. 6.

DESCRIPTION :

M. N. Bramlette et W.R. Riedel caractérisent *Discoaster deflandrei* de la façon suivante : « *Asterolith consisting of a central disc with usually six (rarely five or seven) broad, bifurcate rays which are generally as long as, or a little longer than, the radius of the central disc. Outline of the enlarged, bifurcating parts of the rays rounded or slightly angular ; terminal notches angular rather than rounded. Spaces between the rays (proximally) subcircular, not angular, approximately as broad as the narrowest part of the rays and half as broad as the widest part of the rays. Total diameter usually 10-17 microns* ».

La description ci-dessus est très détaillée et très complète, néanmoins les études en microscopie électronique à balayage permettent d'apporter les précisions suivantes :

En vue latérale, le Discoaster est concavo-convexe, c'est-à-dire que la face distale est nettement convexe, la face proximale semble légèrement concave à presque plate.

Il n'y a pas de bouton proximal ni distal. Tous les contours de cette espèce sont arrondis.

REMARQUES :

Les exemplaires de *Discoaster deflandrei* rencontrés ont très souvent un aspect rugueux, comme ceux représentés sur la planche XXXIII, fig. 3a-c et la planche XXXIV, fig. 1a-c.

Source : MNHN, Paris

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Les rapports et différences avec *Discoaster challengeri* sont discutés lors de l'étude de cette espèce.

Selon M.N. Bramlette et W.R. Riedel, *Discoaster deflandrei* diffère de *Discoaster woodringi* Bramlette et Riedel par les extrémités des rayons bifurquées avec des aires interradiales arrondies.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Paléogène, Californie, F.R. Sullivan, 1964 ;
- Eocène, Californie, T. Narasimhan, 1961 ; F.R. Sullivan, 1965 ; Allemagne, S. Locker, 1965 ;
- Eocène inférieur et supérieur, Allemagne du Nord, E. Martini, 1958 ;
- Eocène inférieur, Algérie, H. Manivit, 1959 ; Californie, M.N. Bramlette et F.R. Sullivan, 1961 ;
- Eocène moyen, Yougoslavie, H. Stradner, 1962 ;
- Eocène moyen et supèrieur, Autriche, H. Stradner et A. Papp, 1961 ;
- Eocène supérieur, Iles Mariannes, Cuba, M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ; Pacifique, M.N. Bramlette, 1957 ; Tchécoslovaquie, E. Bystricka, 1964 ; La Barbade, W.W. Hay et *al.*, 1967 ; Shubuta (U.S.A.), H.L. Levin et A.P. Joerger, 1967 ;
- Oligocène, Autriche, H. Stradner, 1959a ; Mexique, H. Stradner et A. Papp, 1961 ; Trinité (Antilles), M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon, 1967a ; Alabama, H.L. Levin et A.P. Joerger, 1967 ;
- Oligocène inférieur, Trinité (Antilles), M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 : Allemagne, E. Martini, 1960 ; Biarritz (France), E. Martini, 1961a ;
- Oligocène supérieur, Panama, M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ; Trinité, W.W. Hay et *al.*, 1967 ;
- Miocène, Hongrie, M. Baldi-Beke, 1960, 1964 ; Autriche, H. Stradner, 1963 ; sondages Atlantique (Mohole), E. Martini et M.N. Bramlette, 1963 ; Hongrie, J. Bóna, 1964 ; Trinité, W.W Hay et *al.*, 1967 ;
- Miocène inférieur, Landes (France), Californie, Panama, M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ; Mexique, H. Stradner et A. Papp, 1961 ;
- Miocène supérieur, Autriche, H. Stradner, 1958 ; Hongrie, M. Baldi-Beke, 1960 ; Tchécoslovaquie, E. Benesova et E. Hanzlikova, 1962 ;
- Tertiaire, sondages du Pacifique, E. Martini, 1965 ;
- Actuel ?, Adriatique, C.L.D. Cohen, 1965 (probablement remanié) ;
- Oligocène, zone prérifaine du Maroc (Kh 14, H.F.), forme rare ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, 874, G.G.), forme fréquente ; Chéliff (68-8, 68-9, R.L.), forme rare ; zone prérifaine du Maroc (Kh 280, H.F.), forme rare ;
- Miocène supérieur, côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme rare.

DISCOASTER DIVARICATUS HAY 1967
Pl. XXXIV, fig. 3, 4.

- 1967, *Discoaster divaricatus* Hay *in* Hay et *al.*, p. 451, pl. 3, fig. 7-9.

Source : MNHN, Paris

DESCRIPTION :

W.W. Hay donne de cette espèce la diagnose et la description suivantes : « *six rayed asteroliths with broad. bifurcating ray tips displaying a distinct notch ; interray spaces angled.*

The rays are of moderate length ; the sides of the rays are parallel out to the point of bifurcation. Each limb of the bifurcate ray has the same width as the ray below the point of bifurcation. The angle of bifurcation is 120°. The ends of bifurcate segments are flat. The central disc is formed solely by fusion of the rays. The interray spaces are sharply angular to subangular.

Diameter of holotype : 13μ.
Diameter of paratypes : 10μ ».

La description de W.W. Hay est précise et s'applique très exactement aux spécimens que j'ai rencontrés. On peut toutefois ajouter que *Discoaster divaricatus* est concavo-convexe et qu'il semble qu'il n'y ait pas de bouton central ni distal ni proximal.

DIMENSIONS :

- diamètre moyen : 16,5μ ;
- largeur de l'extrémité des bras (moyenne) : 5,3μ.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

La seule confusion possible semble celle avec *Discoaster challengeri*, les traits distinctifs sont énumérés lors de l'étude de cette espèce.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène moyen, Trinité (Antilles), W.W. Hay et *al.*, 1967 ;
- Miocène, Chéliff, (6g-8 ?, 6g-9, R.L.), forme rare ;
- Pliocène, côte atlantique du Maroc (PK g27, H.F.), forme rare.

DISCOASTER DRUGGI BRAMLETTE ET WILCOXON 1967.
Pl. XXIV, fig. 2a, 2b, 2c ; pl. XXV, fig. 2a, 2b.

- 1967, (a) *Discoaster extensus* Bramlette et Wilcoxon, p. 110, pl. g, fig. 2-g.
- 1967, (b) *Discoaster druggi* Bramlette et Wilcoxon, p. 220 (nom substitué à *Discoaster extensus* Bramlette et Wilcoxon, synonyme de *D. extensus* Hay, 1967).

DESCRIPTION :

« *Asterolith large and varying greatly in peripheral outline, with six rays that may be bluntly rounded, truncated, or notched at the tips. The central area is broad and nearly flat or complanate. Specimens are distinctly rugose, and commonly show indistinct sutures, extending from the center to the margin between the rays. Diameter 15-22μ, usually about 18u* ».

Source : MNHN, Paris

Les observations de cette espèce en microscopie électronique m'ont permis de compléter la description de la façon suivante : astérolithes à 6 bras, concave-convexe en vue latérale.

Les rayons présentent une arête médiane très nette sur la face distale. Les sutures sont droites et bien visibles en général. Les rayons ont une extrémité arrondie et les aires interradiales sont également arrondies.

Il y a probablement un bouton central proximal saillant, il est assez discernable sur la figure 2c de la planche XXIV et se devine par la position du Discoaster sur la figure 2b (planche XXV).

DIMENSIONS :

- diamètre : 5,4 à 5,7μ ;
- hauteur moyenne : 3,1μ.

REMAROUES :

C'est une forme très caractéristique. Les exemplaires que j'ai rencontrés sont tout à fait comparables à ceux représentés sur les figures 3 et 4 (planche 8) de M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon ; mais généralement les formes observées ne sont pas rugueuses.

Je n'ai pas rencontré les diverses variations du contour signalées et figurées par les auteurs de cette espèce.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Discoaster druggi se distingue de *Discoaster aster* par ses rayons aux extrémités arrondies et ses aires interradiales également arrondies.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène, Trinité (Antilles), M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon, 1967 a et b ;
- Oligocène, zone prérifaine du Maroc (Kh 20, Kh 24, H.F.), forme rare ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G.), forme très fréquente ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-1, 68-3, 68-9, R.L.), forme rare ; côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme rare.

DISCOASTER cf. *D. DRUGGI* BRAMLETTE ET WILCOXON 1967.
Pl. XXI, fig. 3 ; pl. XXVI, fig. 2a, 2b, 2c.

DESCRIPTION :

Les exemplaires de Discoaster regroupés sous ce nom rappellent *Discoaster druggi* par certains de leurs caractères ;

- aspect concavo-convexe plus ou moins accentué,
- six rayons à extrémités arrondies,
- présence ou non d'une arête médiane saillante nette sur la face distale des rayons,
- parfois aspect rugueux, comme cela a été signalé par M.N. Bramlette et J.A. Wilcoxon.

Ils en diffèrent cependant par leurs aires interradiales qui sont angulaires et leurs dimensions (8,4 à 9,2μ) qui sont légèrement supérieures à celles des *Discoaster druggi* typiques.

Source : MNHN, Paris

RI PARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène, Hodna (864, 66 A 26, G.G.), forme rare ;
- Pliocène, côte atlantique du Maroc (PK 827, H.F.), forme rare.

DISCOASTER cf. *D. KUGLERI* MARTINI ET BRAMLETTE 1963.
Pl. XXXVI, fig. 3a, 3b, 3c.

DESCRIPTION :

E. Martini et M.N. Bramlette (1963, p. 853) décrivent *Discoaster kugleri* en ces termes : « *asteroliths 6-rayed, with a large and flat area. Length of rays usually about one-half or less than the diameter of the central part, and tips commonly have a slight notch. Some specimens show rays at a slight angle to the 60-degree radii. Rare specimens show a very small central knob and weak ridges extending along the rays to one side of the median line. Diameter 9-14 μ* ».

Ces auteurs notent que de nombreux spécimens de la série des sondages du Mohole (Atlantique) ont des bras plus longs que la plupart de ceux de la localité-type.

Les exemplaires examinés ici ont des rayons encore plus longs que les exemplaires du Mohole et leur extrémité, généralement cassée, ne permet pas de voir le mode de terminaison. Il y a présence d'un petit bouton central sur la face proximale.

DIMENSIONS :

- diamètre total : 15,4 μ en moyenne.

REMARQUES :

Les bras sont très aplatis latéralement.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène supérieur, Chéliff (68-3, R.L.), forme très rare.

Discoaster kugleri a été décrit dans le Miocène moyen du Sud-Est de la Guadeloupe, de la Trinité et se trouve également (rare) dans l'Helvétien de Francolino Sonda (Italie).

DISCOASTER MOLENGRAAFFI TAN SIN HOK 1927.
Fig. 16, 17 ; pl. XXXIII, fig. 1a, 1b, 1c, 2.

- 1927, (b) *Discoaster molengraaffi* Tan Sin Hok, p. 417.
- 1934, *Hemidiscoaster molengraaffi* (Tan Sin Hok), Deflandre, p. 65.
- 1934, *Hemidiscoaster molengraaffi* (Tan Sin Hok) var. *gamma* Deflandre, p. 144, fig. 11.
- 1952, (a) *Hemidiscoaster molengraaffi* (Tan Sin Hok) Deflandre, Deflandre, p. 465, fig. 362 U. - (b) Deflandre, p. 111, fig. 66.

Source : MNHN, Paris

non 1959, (a) *Discoaster molengraaffi* Tan Sin Hok, Stradner, p. 1 085, fig. 14, 15.

- 1961, Stradner (*in* Stradner et Papp) (*pro parte*), p. 80, pl. 14, fig. 6 ; text-fig. 8 (17), (*non* pl. 14, fig. 5).

non 1961, Narasimhan, p. 104, pl. 2, fig. 11.

- 1963, Maslov, p. 160, fig. 39.

- 1964, Bystricka, p. 216, pl. 6, fig. 11-13.

DESCRIPTION :

Tan Sin Hok décrit *Discoaster molengraaffi* ainsi : astérolithes dont les 6 rayons sont réunis 3 par 3, en formant entre deux rayons d'un même groupe de 3, un angle de 120°. Ils sont bombés en vue latérale.

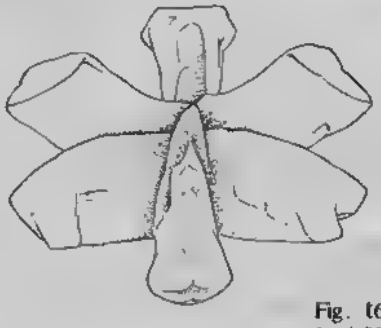


Fig. 16 : *Discoaster molengraaffi* Tan Sin Hok (x 4 800 environ).

Cette description est sommaire, néanmoins elle contient les principaux caractères de cette espèce. Les présentes observations permettent de la préciser de la façon suivante :

Astérolithe dont les 6 rayons sont réunis 3 par 3. Le profil est nettement convexo-concave. Les rayons ont une section transversale triangulaire, aplatie latéralement. Ils se terminent par deux branches arrondies à peine distinctes. Les aires interradiales sont angulaires.

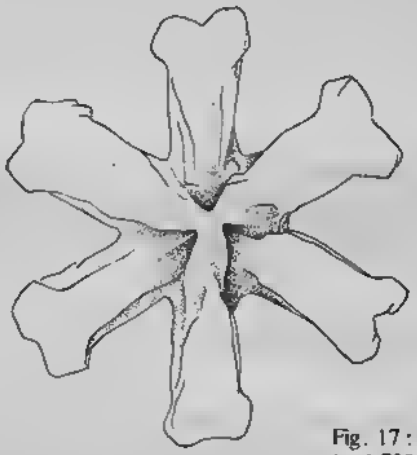


Fig. 17 : *Discoaster molengraaffi* Tan Sin Hok (x 4 700 environ).

DIMENSIONS :

- diamètre total : 8,8 à 11,2 μ ;
- diamètre de l'aire centrale : 2,0 à 3,6 μ.

Source : MNHN, Paris

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Il s'agit encore d'une espèce très caractéristique. Son aspect général rappelle peut-être *Discoaster challengeri*, mais les rayons réunis 3 par 3 et les aires interradiales angulaires suffisent à l'en distinguer.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène, Californie, T. Narasimhan, 1961 ;
- Eocène moyen, Autriche, H. Stradner, 1959a ;
- Eocène supérieur, Tchécoslovaquie, H. Bystricka, 1964 ;
- Miocène, Iles de la Sonde, Tan Sin Hok, 1927b ; G. Deflandre, 1934, 1952a et b ; V.P. Maslov, 1963 ;
- Miocène supérieur, Autriche, H. Stradner et A. Papp, 1961 ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G.) ; zone prérifaine du Maroc (Kh 271, H.F.) forme rare ;
- Miocène supérieur, côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme rare.

DISCOASTER SAIPANENSIS BRAMLETTE et RIEDEL 1954.
Fig. 18 ; pl. XXXI, fig. 1a, 1b, 2, 3a, 3b, 3c, 3d ; pl. XXXII, fig. 3a, 3b.

-	1954,	*Discoaster saipanensis* Bramlette et Riedel, p. 398, pl. 39, fig. 4 (F.M.G., n° 3 733a).
-	1957,	Bramlette, p. 249, pl. 61, fig. 7.
-	1958,	Martini, p. 367, pl. 6, fig. 29a-b.
-	1959,	Manivit, p. 29, pl. 6, fig. 1-3. - (a) Stradner, p. 1 083, fig. 3.
-	1960,	Baldi-Beke, pl. 14, fig. 20. - (a) Martini, p. 76. pl. 8, fig. 12. - Noël, p. 210, pl. I, fig. 13 (d'après Bramlette et Riedel).
-	1961,	Narasimhan, p. 77, pl. 1, fig.13 ; pl. 2, fig. 3. - Stradner (*in* Stradner et Papp), p. 90, pl. 22, fig. 5-7, 9 ; text-fig. 9 (5).
-	1962,	Benesova et Hanzlikova, p. 123, pl. 3, fig. 9. - Stradner, p. 181, pl. 2, fig. 4, 5.
-	1964,	Bystricka, p. 217, pl. 5, fig. 9.
-	1965,	Levin, p. 270, pl. 43, fig. 2a-b. - Locker, p. 1 262, pl. I, fig. 8, 9.
- *	1966,	Hay, Mohler et Wade, p. 396, pl. 11, fig. 8, 9 ; pl. 13, fig. 1 (F.M.G., n° 3 733 b).
- *	1967,	Gartner et Smith, p. 6, pl. 12, fig. 4, 5 (F.M.G., n 4 811). - Hay et *al.*, p. 460, pl. 1, fig. 4-6. - Haq, p. 64, pl. 8, fig. 4, 6, 7. - Levin et Joerger, p. 172, pl. 3, fig. 16. - Lezaud, p. 75, pl. 10, fig. 6.

DESCRIPTION :

M.N. Bramlette et W.R. Riedel définissent ainsi cette espèce : «*asterolith stellate, with usually six or seven (rarely five or eight) straight rays which are joined for approximately half their length and taper distally to sharp points. Centrally a stem or knob projects from one surface. Each ray has a prominently raised ridge extending radially to one side of the median line. Total diameter usually 9-13 microns* ».

Source : MNHN, Paris

La microscopie électronique à balayage permet de donner de cette forme très particulière la description suivante :

Astérolithe avec 6 ou 7 rayons pointus. Le profil est légèrement convexo-concave.

Face distale portant un bouton central très saillant, formé par des prolongements des rayons et dont l'extrémité est légèrement évasée (Fig. 18). La partie largie de chaque rayon, dont la réunion constitue l'aire centrale, porte une profonde dépression.

Face proximale possédant également une sorte de bouton qui est l'aboutissement des crêtes médianes très saillantes de chaque rayon (fig. 3, pl. XXXI).

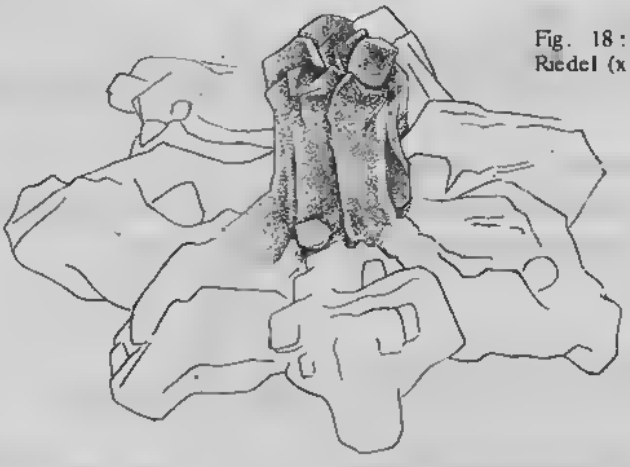


Fig. 18 : *Discoaster saipanensis* Bramlette et Riedel (x 8 800 environ).

DIMENSIONS :

- diamètre total : 8,0 à 11,9μ ;
- diamètre de l'aire centrale : 2,8 à 6,3μ ;
- diamètre du bouton distal : 1,3 à 1,8μ ;
- hauteur du bouton proximal : 1,3 à 2,6μ ;
- hauteur totale du discoaster : 3,2μ en moyenne.

REMARQUES :

Les rayons de *Discoaster saipanensis* peuvent présenter d'importantes variations de longueur, comme ceux des figures 3a (planche XXXI) et 3a (planche XXXII).

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Discoaster saipanensis diffère de *Discoaster barbadiensis* par ses rayons moins nombreux, plus séparés et plus pointus. Il se distingue également de *Discoaster lodoensis* Bramlette et Riedel par le fait que ses bras sont droits alors que l'extrémité libre des rayons de *Discoaster lodoensis* est incurvée.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène, Pacifique, M.N. Bramlette, 1957 ; Californie, T. Narasimhan, 1961 ; Allemagne, S. Locker, 1965 ;

Source : MNHN, Paris

- Eocène inférieur, Basses-Pyrénées, H. Manivit, 1959 ; Pakistan de l'Ouest, U.Z. Bilal ul Haq, 1967 ;

- Eocène moyen, Autriche, H. Stradner, 1959 a et 1961 ; Yougoslavie, H. Stradner, 1962 ;

- Eocène supérieur, Pacifique, M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ; Allemagne du Nord, E. Martini, 1958 ; Tchécoslovaquie, H. Bystricka, 1964 ; U. S. A. , H.L. Levin, 1965 ; Caucase du Nord, W.W. Hay, H.P. Mohler et M.E. Wade, 1966 ; La Barbade, W.W. Hay et *al.*, 1967 ; Alabama, H.L. Levin et A.P. Joerger, 1967 ; Louisiane, S. Gartner Jr. et L. A. Smith, 1967 ;

- Oligocène, Hongrie, M. Baldi-Beke, 1960 ;

- Oligocène inférieur, Allemagne, E. Martini, 1960 ;

- Miocène supérieur, Tchécoslovaquie, E. Benesova et E. Hanzlikova, 1962 ;

- Miocène, Hodna (864, 66 A 26, G.G.), forme rare ; Chéliff (68-8, R.L.), forme rare ;

- Miocène supérieur, côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme rare.

Discoaster saipanensis est presque certainement remanié de l'Eocène dans les échantillons étudiés où il est présent.

DISCOASTER SUBSURCULUS GARTNER 1967.
Pl. XXXVII, fig. 2.

- * 1967, (b) *Discoaster subsurculus* Gartner, p. 3, pl. 5, fig. 1-2.

DESCRIPTION :

S. Gartner Jr. caractérise ainsi cette espèce : « *asterolith with five or six slender rays with nearly parallel sides ; tips of rays broadly bifurcated with large knoblike protusion between 2 lateral branches of ray ; from small knob in the center lines or furrows radiate to areas between rays* ».

Les dimensions des formes qu'il a représentées sont :

- diamètre total de l'astérolithe : 8,4 à 12,8μ ;
- diamètre de l'aire centrale : 3,2 à 4μ.

Cette espèce caractéristique est très facilement identifiable grâce à sa très grande taille (j'ai observé des exemplaires atteignant 31μ !), à ses rayons dont les terminaisons ont une forme particulière et sont très développées. L'aspect assez inhabituel des terminaisons se remarque d'ailleurs très bien sur les figures de S. Gartner Jr.

Cet astérolithe est convexo-concave, avec 6 rayons à côtés parallèles terminés par une expantion très grande et fine. Sur la face distale, l'aire centrale porte des sutures droites et de petites dépressions dans la partie élargie des rayons. Le bouton distal central est pentagonal et assez petit. Les aires interradiales sont arrondies.

DIMENSIONS :

- diamètre total : 20 à 31μ ;
- diamètre de l'aire centrale : 6 à 8,6μ ;
- largeur des expansions : 5,5 à 7,7μ.

Source : MNHN, Paris

REMARQUES :

Malgré la différence de taille entre les exemplaires de S. Gartner Jr. et les miens, je n'ai pas hésité à les ranger sous le même nom spécifique car la similitude morphologique est totale.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Discoaster subsurculus ressemble beaucoup à *Discoaster variabilis* Martini et Bramlette mais s'en distingue aisément par sa grande taille et des expansions plus importantes à l'extrémité des rayons.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Miocène moyen, Trinité (Antilles), S. Gartner Jr., 1967b ;
- Miocène moyen et supérieur, Chéliff (68-3, 68-8, 68-9, R.L.), forme rare.

DISCOASTER TANI NODIFER BRAMLETTE ET RIEDEL 1954.
Pl. XXXVIII, fig. 2a, 2b, 2c.

- 1954, *Discoaster tani nodifer* Bramlette et Riedel, p. 397, pl. 39, fig. 2.
- 1958, Martini, p. 360, pl. 3, fig. 14a-b.
- 1959, Manivit, p. 37, pl. 9, fig. 1 (*non* 2 et 3). - (a) Stradner, p. 1 086, fig. 17.
- 1960, (a) Martini, p. 78, pl. 9, fig. 19.
- 1961, Narasimhan, p. 80, pl. 8, fig. 5. - Stradner (*in* Stradner et Papp), p. 83, text-fig. 7 (2 abc), 8 (20).
- 1964, Bystricka, p. 218, pl. 6, fig. 7, 8.
- 1965, Levin, p. 270, pl. 43, fig. 5.
- 1967, Hay et al., p. 460, pl. 1, fig. 2.
- 1967, *Discoaster tani nodifera* Levin et Joerger, p. 172, pl. 4, fig. 4-6.
- * 1968, *Discoaster tani nodifer* Bramlette et Riedel, Haq, p. 461, pl. 10, fig. 7 (F.M.G., 4 814).

DESCRIPTION :

La forme typique se présente ainsi selon M.N. Bramlette et W.R. Riedel : «*asterolith with five rays, but in some localities dominantly six. Rays rather heavy and of almost uniform width, abraptly truncate. The squared-off end of the ray commonly has a small notch, which in specimens of some localities is inconspicuous or absent. Small nodes are occasionally present on the side of some rays, but these are seldom paired and not consistently developed on each ray as in the subspecies nodifer. The rays are generally bent like the ribs of an umbrella. Total diameter usually 9-15 microns* ».

La sous-espèce *nodifer* est définie ainsi : « *asterolith differing from the typical form in the presence of distinct paired nodes on each ray, and usually a slight enlargement of the ends of the rays and more conspicuous terminal notches. It appears generally to have less bent arms that the typical form. Total diameter usually 13-18 microns* ».

En microscopie électronique, *Discoaster tani nodifer* se présente de la façon suivante : astérolithe convexo-concave, avec 6 ou 7 bras. La face distale porte une profonde

Source : MNHN, Paris

dépression centrale. Les rayons ont une arête médiane très nette et leurs extrémités sont légèrement séparées en deux branches. Ils portent, au niveau du premier tiers extérieur, un nodule de chaque côté. Les aires interradiales sont angulaires à arrondies.

DIMENSIONS :

- diamètre total : 8 à 8,5μ.

REMARQUES :

Discoaster tani nodifer a une forme très particulière et est aisément identifiable. Je ne pense pas qu'il puisse être confondu avec aucun autre.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène, Californie, T. Narasimhan, 1961 ;
- Eocène inférieur, Basses-Pyrénées, H. Manivit, 1959 ;
- Eocène moyen, Autriche, H. Stradner, 1961 (avec A. Papp) et 1959.
- Eocène supérieur, Alabama, M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ; Allemagne du Nord, E. Martini, 1958 ; Tchécoslovaquie, H. Bystricka, 1964 ; Mississippi, H.L. Levin, 1965 ; La Barbade, W.W. Hay et *al.*, 1967 ; Alabama, H.L. Levin et A.P. Joerger, 1967 ; Syrie, U.Z. Bilal ul Haq, 1968 ;
- Oligocène inférieur, Allemagne, E. Martini, 1960 ; Alabama, H.L. Levin et A.P. Joerger, 1967 ;
- Oligocène moyen, Iles Mariannes, H.L. Levin et A.P. Joerger, 1967 ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G.), forme fréquente.

DISCOASTER TRINUS STRADNER 1961.
Fig. 19, 20 ; pl. XXVIII, fig. 2a, 2b, 2c ; pl. XXIX, fig. 1 a-d, 2, 3, 4 a-b.

- 1961, *Discoaster trinus* Stradner, p. 85, fig. 79.
- 1961, Stradner et Papp, p. 79, pl. 14, fig. 1-4 ; text-fig. 8.(16).
- 1964, Bóna, p. 124, 127, pl. 5, fig. 10. - Bystricka, p. 217, pl. 6, fig. 4-6.
- 1967, Levin et Joerger, p. 172, pl. 4, fig. 7, 8 a-b. - Lezaud, p. 79, pl. 10, fig. 12.

H. Stradner propose pour cette espèce la description suivante : « *ein Discoaster, dessen sechs Strahlen auf beiden Flachseiten zu je dreien verwachsen sind, und swar so, dass die Winkeln zwischen den verwachsenen Strahlen 120 Grad betragen und je ein Strahl, der auf der gegenüberliegenden Flachseite verwachsen ist, ausgelassen wird. Die Enden der Strahlen sind gekerbt* ». Dimensions : 10 à 16μ.

DESCRIPTION :

Astérolithe dont les bras sont groupés 3 par 3 (comme *Discoaster molengraaffi*), l'angle entre deux rayons d'un même groupe est de 120 . La largeur des rayons augmente du centre vers

Source : MNHN, Paris

l'extérieur du Discoaster, l'extrémité en est arrondie. Les aires interradiales sont angulaires. La forme générale est convexe sur les deux faces.

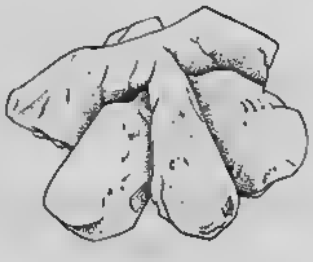


Fig. 19 : *Discoaster trinus* Stradner (x 5 200 environ).

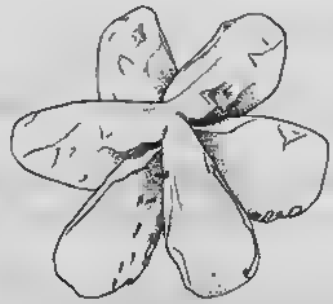


Fig. 20 : *Discoaster trinus* Stradner (x 5 600 environ).

DIMENSIONS :

- diamètre total : 6,8 à 13,5 μ ;
- hauteur du discoaster : 4,6 à 5,8 μ.

REMARQUES :

La forme typique décrite par H. Stradner a des rayons dont l'extrémité est légèrement divisée en deux branches, c'est également le cas des formes représentées sur la planche XXVIII (fig. 2 a-c) et la planche XXIX (fig. 4 a-b). J'y ai rattaché des spécimens dont l'extrémité des bras est simplement arrondie (pl. XXIX, fig. 1 a-d, 2).

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Discoaster trinus se distingue de *Discoaster molengraaffi* par sa forme beaucoup plus massive, compacte et par le fait que l'on ne puisse discerner de face distale ou proximale.

La différence avec *Discoaster woodringi* Bramlette et Riedel réside dans les rayons qui ne sont pas soudés sur toute leur longueur.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène moyen, Autriche, H. Stradner, 1961 et H. Stradner et A. Papp, 1961 ;
- Eocène supérieur, Tchécoslovaquie, H. Bystricka, 1964 ; Alabama, H.L. Levin et A. P. Joerger, 1967 ;
- Miocène, Autriche, H. Stradner et A. Papp, 1961 ; Hongrie, J. Bóna, 1964.
- Oligocène, zone prérifaine du Maroc (Kh 20, Kh 14, H.F.), forme rare ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G.), forme rare ; zone prérifaine du Maroc (Kh 271, H.F.), forme rare.

Source : MNHN, Paris

DISCOASTER VARIABILIS MARTINI ET BRAMLETTE 1963.
Pl. XXXVI, fig. 1a, 1b, 1c (?) ; pl. XXXVII, fig. 1, 3a, 3b, 3c, 3d ; pl. XXXVIII, 1 a, 1b, 1c.

- 1959, (a) *Discoaster challengeri* Bramlette et Riedel, Stradner, p. 1 087, fig. 26.
- 1963, *Discoaster variabilis* Martini et Bramlette, p. 854, pl. 104, fig. 4-8.
- 1967, Hay et *al.*, p. 464, pl. 3, fig. 11.

DESCRIPTION :

« Asteroliths with 5 or 6 and very rarely 3 or 4 rays. Fourrayed specimens usually not equiangular. Rays of this species are slightly bent downward, but not as much as D. brouweri. Center of the convex side has a slight stellate knob, the tips of which extend to the margin between the rays. On the concave side small ridges extend out from the more prominent knob along the median line of the arms. The rays are bifurcated and have a double bifurcation in some specimens. Between the bifurcation a thin « web » is found in many specimens. Diameter : 7-18 µ ».

E. Martini et M.N. Bramlette ont donné là une description très précise et très complète de cette forme.

Discoaster variabilis possède une aire centrale assez importante. Les sutures sont droites sur les deux faces. Les pointes du bouton distal, central, hexagonal et peu saillant sont orientées selon les axes des sutures entre les rayons. Le bouton est entouré par une petite dépression circulaire. Les rayons ont des bords parallèles et les aires interradiales sont arrondies.

DIMENSIONS :

- diamètre total : 15,8 à 21,6 µ ;
- diamètre de l'aire centrale : 5,1 à 8,0 µ ;
- hauteur totale de l'astérolithe : 10 µ environ ;
- diamètre du bouton distal : 1,3 à 2,0 µ.

REMARQUES :

Dans les planches du présent travail, se trouvent des exemplaires de *Discoaster variabilis* dont les rayons se terminent par deux branches simples (fig. 1 a-c, planche XXXVIII) et des spécimens avec une « **membrane** » entre les branches de la bifurcation (fig. 1, 3 a-d, planche XXXVII).

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

Les points de similitude et de divergence morphologique avec *Discoaster subsurculus* ont été exposés lors de l'étude de cette espèce.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Tortonien, Italie, E. Martini et M.N. Bramlette, 1963 ;
- Miocène, sondages Atlantique (Mohole), E. Martini et M.N. Bramlette, 1963 ;
- Miocène supérieur, Trinité (Antilles), W.W. Hay et *al.*, 1967 ;

Source : MNHN, Paris

- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G.), forme fréquente ;
- Miocène supérieur, Chéliff (68-8, 68-3, R.L.), forme fréquente ; côte atlantique du Maroc (PK 821, H.F.), forme rare.

DISCOASTER WOODRINGI BRAMLETTE ET RIEDEL 1954
Pl. XXVIII, fig. 1 a, 1b, 1c.

- 1934, *Discoaster brouweri* Tan Sin Hok var. *delta* Tan Sin Hok, Deflandre *(pro parte)*, p. 65, fig. 20, 21, 24 (*non* fig. 25).
- 1954, *Discoaster woodringi* Bramlette et Riedel, p. 400, pl. 39, fig. 8 a-b.
- 1957, Bramlette, p. 249, pl. 61, fig. 5.
- 1958, *Discoaster* cf. *woodringi* Bramlette et Riedel, Stradner, p. 10, fig. 24-27.
- 1962, *Discoaster* cf. *woodringi* Bramlette et Riedel, Benesova et Hanzlikova, p. 123, pl. 2, fig. 2.

DESCRIPTION :

« *Asterolith discoïdal, robust consisting of usually six (rarely five) thick, almost triangular rays. The thickness of the asterolith is approximately half the diameter. Rays joined throughout their length, except where separated by rounding of distal margins, and bounded by prominent sutures extending to the center. Total diameter usually 11-14 microns* ».

Il s'agit d'un astérolithe extrêment massif, convexe sur les deux faces. Les rayons sont reliés 3 par 3, avec un angle de 120° entre deux rayons d'un même groupe. Les bras sont soudés sur toute leur longueur et leurs extrémités sont arrondies. La largeur des rayons augmente du centre vers la partie externe. Il n'y a pas de bouton central.

DIMENSIONS :

- diamètre total : 11,5 à 12,6μ ;
- hauteur du Discoaster : 3,9μ environ.

REMARQUES :

L'aspect extérieur des spécimens observés lors de cette étude est très rugueux.

Selon M.N. Bramlette et W.R. Riedel, cette espèce diffère de *Discoaster aster* par sa taille plus grande et par le fait que les bras sont moins séparés et se terminent brusquement, mais pour ces auteurs, dans certains échantillons de nombreuses formes apparaissent comme intermédiaires entre les deux.

RAPPORTS ET DIFFERENCES.

En microscopie électronique, *Discoaster woodringi* se distingue nettement de *Discoaster aster.*

Les caractères différenciant cette espèce de *Discoaster trinus* ont été discutés lors de l'étude de cette forme.

Source : MNHN, Paris

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE

- Eocène supérieur, Iles Mariannes (Pacifique). M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ;
- Oligocène, Haïti. M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ; Tan Sin Hok, 1927b ; G. Deflandre, 1934 ;
- Oligocène inférieur et supérieur, Cuba, la Barbade, Trinité. M.N. Bramlette et W.R. Riedel, 1954 ;
- Miocène, Pacifique, M.N. Bramlette, 1957 ;
- Helvétien, Autriche, H. Stradner, 1958 ;
- Tortonien, Tchécoslovaquie, E. Benesova et E. Hanzlikova, 1962 ;
- Pliocène, Chéliff (68-14, 68-6, R.L.), forme rare.

DISCOASTER sp.
Pl. XXXIX, fig. 1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 2c, 3a, 3b, 3c.

Les trois spécimens de la planche XXXIX (fig. 1 a-c, 2 a-c, 3 a-c) laissés en nomenclature ouverte posent un problème. Ils sont tous trois localisés dans le Pliocène. S'agit-il d'un début de dégénérescence ? Le milieu était-il encore plus chaud, avec formation de carbonate de calcium plus abondant ? S'agit-il simplement d'accidents, de « monstres » ?

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Pliocène, Chéliff (68-14, R.L.) ; Oued Bezouguert (68-6, R.L.) ; côte atlantique du Maroc (PK 827, H.F.) ; formes très rares.

Genre *DISCOASTEROIDES* BRAMLETTE ET SULLIVAN 1961.
- 1961, genus *Discoasteroides* Bramlette et Sullivan, p. 163.

DESCRIPTION :

« *Asteroliths having a large, terminally concave stem flaring out as radiate elements at the end* ».

Selon ces auteurs, ce genre se distingue nettement du genre *Discoaster* entre nicols croisés par la structure héliolithique de son bouton, tandis que les Discoasters ont une structure ortholithique. En vue apicale, le bouton montre des lignes d'extinction formant une croix.

GENEROTYPE : *Discoasteroides kuepperi* (Stradner) BRAMLETTE ET SULLIVAN = *Discoaster kuepperi* STRADNER.

DISCOASTEROIDES KUEPPERI (Stradner) BRAMLETTE ET SULLIVAN 1959
Pl. XXXII, fig. 4.

- 1959, (b) *Discoaster kuepperi* Stradner, p. 479, fig. 17, 21.
- 1961, Stradner et Papp, p. 93, pl. 27, fig. 1-6 ; text-fig. 9 (6), fig. 16 (F.M.G., n° 3 719). - (a) Martini, p. 14, pl. 3, fig. 29. - Stradner, p. 86, fig. 86-88.

Source : MNHN, Paris

- 1961, *Discoasteroides kuepperi* (Stradner) Bramlette et Sullivan, p. 163, pl. 13, fig. 16a-b, 17, 18a-c, 19 (F.M.G., n° 3 720).
- 1962, Bouché, p. 89, pl. 3, fig. 8a-b ; text-fig. 24.
- non 1962, Hay et Towe, p. 515, pl. 10, fig. 1 (F.M.G., n° 3 721).
- 1963, Bystricka, p. 279, pl. 4, fig. 7-9.
- 1964, Sullivan, p. 192, pl. 12, fig. 1a-b, 2a-b.
- 1965, *Discoaster kuepperi* Stradner, Locker, p. 1 262, pl. 1, fig. 4.
- 1966, *Discoasteroides kuepperi* (Stradner) Bramlette et Sullivan, Proto Decima, p. 7, pl. 1, fig. 9.
- 1967, * Haq, p. 62, pl. 4, fig. 1-6 (F.M.G., n° 4 822, 4 823). - Lezaud, p. 80, pl. 11, fig. 7 - 18.
- * 1968, Haq, p. 47, pl. 10, fig. 6 (F.M.G., n° 4 824).

DESCRIPTION :

H. Stradner donne de *Discoaster kuepperi* la diagnose suivante : « *asterolithen mit meist neun keilformigen, in distaler Richtung stumpfwinkelig zugespitzten Asteroradien. Diese sind nach der Art von Discoaster lodoensis* Bramlette et Riedel *geschwungen und mit Verstarkungsrippen versehen. Die Strahlen dieser Formart sind meist mehr als drei Viertel ihrer Lange miteinander verwachsen. Auf der Facies superior sind sie mit je ein oder zwei Querrippen verziert, welche langgestreckte Grubchen umschliessen, ein Merkmal, das sonst bei keiner anderen Art vorkommt. Ein Weiteres sehr charakteristiches Merkmal ist die zu einer gedrehten und kannelierten Saule ausgebildete Bulla centralis, die an ihrem oberen Ende trichterformig erweitert ist. Der offnungswinkel dieses Trichters betragt etwas weniger als 90* ».

Les rares exemplaires que j'ai pu observer sont des astérolithes convexo-concaves, avec 10-11 rayons réunis sur toute leur longueur et dont les extrémités sont arrondies. Il y a un grand bouton proximal, très saillant, s'épanouissant à son extrémité et un petit bouton distal circulaire, formé de quartiers comme une mandarine.

DIMENSIONS :

- diamètre total : 8 à 9,5μ.

REMARQUES :

Je n'ai pas pu observer *Discoasteroides kuepperi* par la face proximale, j'ai seulement, sur certains clichés, pu deviner le bouton proximal qui devait d'ailleurs être brisé à son extrémité.

RAPPORTS ET DIFFERENCES :

En microscopie électronique, *Discoasteroides kuepperi* se distingue de *Discoaster saipanensis* par le plus petit nombre de rayons, par leurs terminaisons arrondies et par la présence d'un bouton proximal.

Il diffère de *Discoaster barbadiensis* par la taille de son bouton proximal et la présence d'un petit bouton distal.

Source : MNHN, Paris

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène inférieur, Autriche, H. Stradner, 1959b ; Californie, M.N. Bramlette et F.R. Sullivan, 1961 ; Tchécoslovaquie, H. Bystricka, 1963 ; Italie, F. Proto Decima, 1966 ; Pakistan, U.Z. Bilal ul Haq, 1967 ;
- Eocène moyen, Autriche, H. Stradner, 1961 ; Californie, M.N. Bramlette et F.R. Sullivan, 1961 ; Landes (France), E. Martini, 1961 a ; Oise (France), P. Bouché, 1962 ;
- Eocène supérieur, Allemagne, U.Z. Bilal ul Haq, 1968 ;
- Miocène, Hodna (66 A 26, G.G.) ;
- Miocène supérieur, Chéliff (El Mehdi, G.D.). Dans les deux cas, *Discoasteroides kuepperi* est seulement présent. Il s'agit à peu près certainement d'exemplaires remaniés.

C - INCERTAE SEDIS.

Genre *HAYELLA* GARTNER 1969 (*non* Roth (1) 1969).
- 1969a, genus *Hayella* Gartner, p. 32.

DIAGNOSE :

« *Heliolithid calcareous body in the shape of a truncated cone with the smaller end closed, bearing a peripheral rimlike flange at both ends and a constricted lip at the wider open end* ».

S. Gartner a placé ce genre dans la famille des *Heliolithaceae* Hay et Mohler, 1967. Cette famille est définie comme suit : « *Coccoliths composed of two abbuting shields lacking a connecting tube ; one shield having subradial sutures, producing a strong interference pattern between crossed polarizers ; the other shield somewhat smaller, showing steeply inclined sutures and strongly imbricate segments* ».

Il me semble que le genre *Hayella* n'entre pas dans cette famille (*abbuting shields*) aussi dans l'attente d'une solution plus satisfaisante le rangerais-je parmi les formes *incertae sedis.*

GENEROTYPE : *Hayella situliformis* GARTNER 1969.

HAYELLA SITULIFORMIS GARTNER 1969.
Fig. 21, 22 ; pl. XVIII, fig. 2a, 2b, 2c.

- 1969, (a) *Hayella situliformis* Gartner, p. 32-33, pl. 1, fig. 4-7. - (b) Gartner, p. 490.

DIAGNOSE DE L'ESPECE : celle du genre.

REMARQUES :

Un unique exemplaire de cette espèce a été observé dans l'Oligocène du Maroc.

Le disque inférieur manque. Le disque supérieur, avec l'ouverture en son centre, compte 30 éléments très légèrement inclinés dans le sens senestre ; elle est circulaire. Entre les disques, la

(1) P.H. Roth (1969, *in* P. Baumann et P.H. Roth) a reconnu *Hayella elegans* (P.H. Roth, 1968) comme synonyme de *Umbilithina iris* Stradner (1966, *in* H. Stradner et D. Adamiker). (F.M.G., n° 3 925, 3 926).

Source : MNHN, Paris

colonne, de forme conique, est constituée de deux étages d'éléments disposés dans le sens de la longueur et s'emboîtant les uns dans les autres en chevrons (voir Fig. 21).

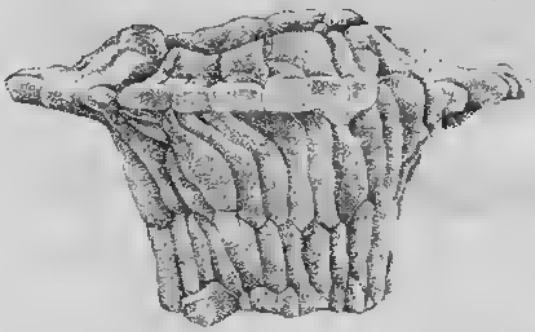
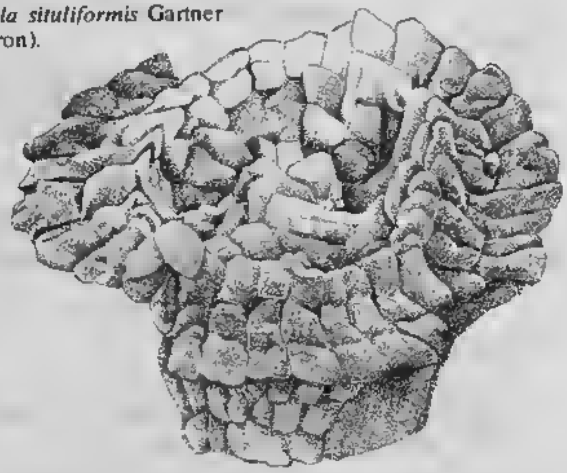


Fig. 21 : *Hayella situliformis* Gartner (x 9 000 environ).

Fig. 22 : *Hayella situliformis* Gartner (x 10 200 environ).



DIMENSIONS :

- largeur : 7,6 μ ;
- hauteur : 4,2 μ (couronne inférieure manquante) ;
- largeur de la couronne supérieure : 2,2 μ ;
- diamètre de l'ouverture : 3,2 μ.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène inférieur, type Shubuta Clay, S. Gartner Jr., 1969 a, forme commune ;
- Eocène supérieur, forage JOIDES 6, S. Gartner Jr., 1969 a, simplement présente ;
- Eocène à Oligocène inférieur, S. Gartner Jr., (*in* letteris).
- Oligocène, zone prérifaine du Maroc (Kh 14, H.F.).

Genre *LITHOSTROMATION* DEFLANDRE 1942.

- 1942, (c) genus *Lithostromation* Deflandre, p. 918-919.

DIAGNOSE :

« Il est constitué par un plateau triangulaire portant 6 perforations, sur les deux faces duquel le centre, formant pilier, soutient un appendice à trois branches fourchues, évidées au-dessous, et dont les axes sont décalés de 30°à droite par rapport à ceux du plateau ; chaque branche envoie un prolongement vers l'un des sommets du triangle et l'autre vers le milieu de chaque côté. En vue latérale, l'organisme apparaît fortement bombé et rappelle un coussinet ».

GENEROTYPE : *Lithostromation perdurum* DEFLANDRE 1942.

Source : MNHN, Paris

LITHOSTROMATION PERDURUM DEFLANDRE 1942.
Pl. XXI, fig. 1, 2a. 2b.

- 1942, (c) *Lithostromation perdurum* Deflandre, p. 918-919, fig. 1-9, (F.M.G., n° 5 370).
- 1959, (a) Stradner, p. 487, text-fig. 70-72, 77 a-d.
- 1961, Martini, p. 100-101. - Stradner et Papp, p. 128-129, pl. 41, fig. 1-5, text-fig. 14 (4).
- 1963, Martini et Bramlette, p. 854-855, pl. 102, fig. 8. - Stradner *in* Bachmann, Papp et Stradner, p. 160, pl. 24, fig. 12.
- 1965, Cohen, p. 34, pl. 6, fig. n-p.
- 1967, Levin et Joerger, p. 171, pl. 3, fig. 12, 13 ; pl. 14, fig. 14.
  Dumitrica, p. 234, pl. 4, fig. 34.
- 1969, (a) Martini, p. 294, pl. 28, fig. 9.
- * 1970, Deflandre et Deflandre-Rigaud, F.M.G., n° 5 371, électromicrographie originale K. Perch-Nielsen, matériel type G. Deflandre, 1942.

DIAGNOSE DE L'ESPECE : celle du genre.

REMARQUES :

Cette espèce a été décrite très précisément par G. Deflandre (1942) et les électromicrographies que j'ai faites de cette forme correspondent exactement à ses figurations. Les pointes situées aux sommets du triangle peuvent parfois être plus longues (planche XXI, fig. 1).

DIMENSIONS :

- largeur (à la base) : 9,7 à 11,7μ ;
- hauteur : 10,6 à 11,1μ.

REPARTITION STRATIGRAPHIQUE :

- Eocène moyen, Autriche, H. Stradner, 1959b, H. Stradner et A. Papp, 1961 ;
- Oligocène inférieur et moyen, Alabama, H. L. Levin et A.P. Joerger, 1967 ;
- Miocène, Italie et Autriche, H. Stradner et A. Papp, 1961 ; H. Stradner, 1963 ; Gabon, E. Martini, 1969a ; Atlantique (sondages), E. Martini et M.N. Bramlette, 1963 ;
- Tortonien-type, Rio Mazzapiedi (Italie), E. Martini et M.N. Bramlette, 1963, très fréquent ;
- Mio-Pliocène (« Sahélien ») El Mehdi (Saint-Denis du Sig, Oranie), G. Deflandre, 1942 ; K. Perch-Nielsen (*in* G. Deflandre et M. Deflandre-Rigaud, 1970, F.M.G., n° 5 371) ;
- Pliocène inférieur, Atlantique (sondages), E. Martini et M.N. Bramlette, 1963 ;
- Dragages, Adriatique, C.L.D. Cohen (1965), très rare ;
- Miocène, Chélif (68-1, 68-2, 68-3, 68-8, 68-9, R.L., El Mehdi, G.D.), commun ;
- Pliocène, côte atlantique du Maroc (PK 827, H.F.), plus rare.

Source : MNHN, Paris

Tableau de répartition stratigraphique des espèces étudiées.

Noms des espèces	Répartition stratigraphique
Coccolithus bisectus	Eocène supérieur à Oligocène supérieur
Coccolithus marismontium	Eocène moyen et supérieur
Coccolithus pelagicus	Eocène inférieur à actuel
Coccolithus sarsiae	Eocène supérieur à actuel (?)
Cruciplacolithus tenuiforatus	Miocène supérieur
Cyclococcolithus leptoporus	Pliocène à actuel
Dictyococcites dictyodus	Eocène moyen à Oligocène supérieur
Helicosphaera carteri	Eocène à actuel
Helicosphaera seminulum seminulum	Paléocène à Oligocène
Rhabdosphaera claviger	Pleistocène à actuel
Discolithus confossus	Eocène supérieur
Discolithus japonicus	Miocène supérieur à Pleistocène
Discolithus multiporus	Paléocène à actuel
Discolithus sparsiforatus	Miocène
Pontosphaera discopora	Pliocène à actuel
Pontosphaera scutellum	Pliocène à actuel
Scyphosphaera apsteinii	Miocène inférieur à actuel
Scyphosphaera pulcherrima	Miocène supérieur
Scyphosphaera recta	Miocène supérieur à actuel
Hayella situliformis	Eocène inférieur à Oligocène inférieur
Sphenolithus abies	Miocène inférieur à Pliocène
Sphenolithus radians	Paléocène à Eocène moyen
Thoracosphaera heimi	Pliocène à actuel
Discoaster adamanteus	Oligocène à Miocène
Discoaster aster	Paléocène à Miocène supérieur
Discoaster barbadiensis	Paléocène à Pliocène
Discoaster brouweri	Eocène à Pleistocène
Discoaster calcaris	Miocène moyen et supérieur
Discoaster challengeri	Miocène à Pleistocène
Discoaster deflandrei	Paléocène à Miocène supérieur
Discoaster divaricatus	Miocène moyen
Discoaster druggi	Miocène intérieur
Discoaster. molengraaffi	Eocène à Miocène supérieur
Discoaster saipanensis	Eocène inférieur à Miocène supérieur
Discoaster subsurculus	Miocène moyen
Discoaster tani nodifer	Eocène à Oligocène moyen
Discoaster trinus	Eocène moyen à Miocène
Discoaster variabilis	Miocène supérieur
Discoaster woodringi	Eocène supérieur à Miocène supérieur
Discoasteroides kuepperi	Eocène inférieur à supérieur
Lithostromation perdurum	Eocène moyen à actuel

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE V

PRINCIPAUX RESULTATS GEOGRAPHIQUES STRATIGRAPHIQUES ET PETROGRAPHIQUES

J'examinerai tout d'abord la répartition des nannofossiles calcaires dans les échantillons étudiés ; elle peut être envisagée sous deux aspects : géographique et stratigraphique.

A - REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES FORMES RENCONTREES .

Pour éviter de citer des listes de noms d'espèces longues et fastidieuses, j'ai réuni les données obtenues par l'étude des préparations en microscopie photonique et des électromicrographies (1 500 environ) en plusieurs tableaux.

Le premier de ces tableaux (Tableau 1) (1) présente la répartition des espèces en Algérie et au Maroc, 20 d'entre elles se rencontrent uniquement en Algérie, 5 sont cantonnées au Maroc et 29 sont communes aux deux pays. Il y a donc un fond commun assez important. Les échantillons algériens étudiés sont plus riches en formes caractéristiques et possèdent une très grande variété d'espèces.

Sur le tableau 2 se trouve la répartition du nannoplancton calcaire telle que j'ai pu la déterminer dans les échantillons du bassin du Chéliff et ceux du Hodna (2).

Les échantillons du Chéliff sont du Miocène moyen et supérieur (zones N 9 à N 17-18 de Foraminifères de W.H. Blow), ceux du Hodna sont datés du Miocène inférieur (zone N 8).

Le Chéliff est caractérisé par 23 espèces ; 18 autres se rencontrent dans le bassin du Chéliff et celui du Hodna et enfin 8 espèces seulement sont localisées dans le Hodna. Les échantillons provenant du bassin du Chéliff contiennent donc au total un plus grand nombre d'espèces (41) que ceux du Hodna (26).

Le fait le plus remarquable est sans doute que les exemplaires de *Scyphosphaera* sont totalement absents des échantillons du Hodna, les trois espèces de *Scyphosphaera* rencontrées en Algérie (*S. apsteinii, S. pulcherrima* et *S. recta*) l'ont été dans le Miocène supèrieur du bassin du

(1) Trois espèces (*Braarudosphaera bigelowi* (Gran et Braarud) Deflandre, *Ceratolithus tricorniculatus* Gartner et *Isthmolithus recurvus* Deflandre) sont citées dans les tableaux mais non étudiées dans la partie systématique car elles sont très rares dans les matériaux examinés et je les ai seulement observées en microscopie photonique.

(2) L'unique échantillon provenant du bassin d'El Outaya (68-24, R.L.) ne m'a semblé suffisamment significatif pour permettre des distinctions régionales.

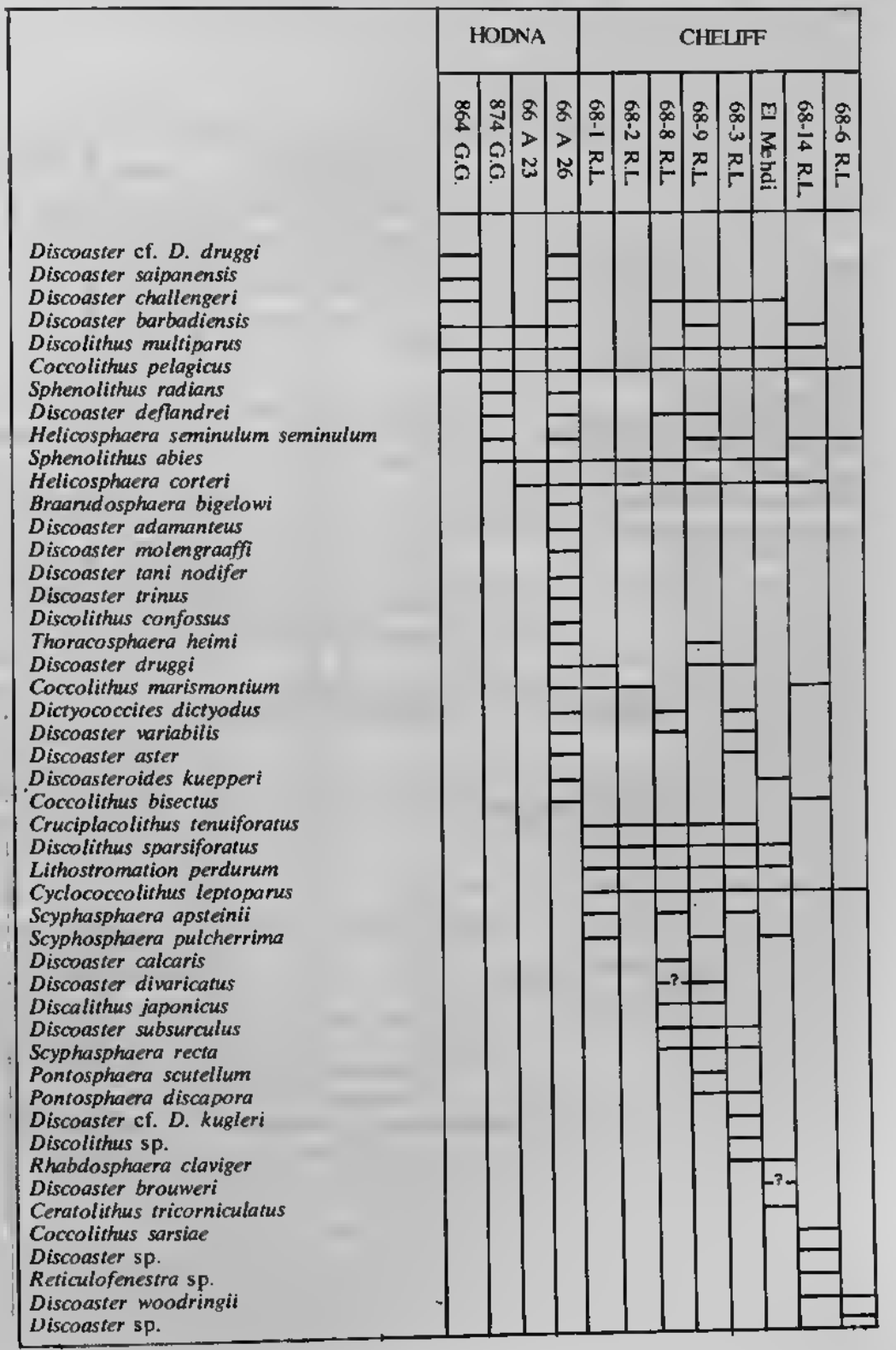
Source : MNHN, Paris

TABLEAU 1 : Répartition des espèces en Algérie et au Maroc.

	Algérie	Maroc
Braarudosphaera bigelowi	—	
Ceratolithus tricorniculatus	—	
Coccolithus sarsiae	—	
Cruciplacolithus tenuiforatus	—	
Discoaster adamanteus	—	
Discoaster calcoris	—	
Discoaster cf. *D. kugleri*	—	
Discoaster saipanensis	—	
Discoaster subsurculus	—	
Discoaster tani nodifer	—	
Discoaster woodringi	—	
Discoaster sp. 2	—	
Discoaster sp. 3	—	
Discoasteroides kuepperi	—	
Discolithus confossus	—	
Discolithus japonicus	—	
Discolithus sp.	—	
Pontosphaera discopora	—	
Reticulofenestra sp.	—	
Sphenolithus radians	—	
Coccolithus bisectus	—	—
Coccolithus marismontium	—	—
Coccolithus pelagicus	—	—
Cyclococcolithus leptoporus	—	—
Dictyococcites dictyodus	—	—
Discoaster aster	—	—
Discoaster barbadiensis	—	—
Discoaster brouweri	—	—
Discoaster challengeri	—	—
Discoaster deflandrei	—	—
Discoaster divaricatus	—	—
Discoaster druggi	—	—
Discoaster cf. *D. druggi*	—	—
Discoaster molengraaffi	—	—
Discoaster trinus	—	—
Discoaster variabilis	—	—
Discolithas multiporus	—	—
Discolithus sparsiforatus	—	—
Helicosphaera corteri	—	—
Helicosphaera seminulum seminulum	—	—
Lithostromation perdurum	—	—
Pontosphaera scutellum	—	—
Scyphosphaera apsteinii	—	—
Scyphosphaera pulcherrima	—	—
Scyphosphaera recta	—	—
Sphenolithus abies	—	—
Thoracosphaera heimi	—	—
Discoaster cf. *D. challengeri*		—
Discoaster sp. 1		—
Isthmolithus recurvus		—
Pontosphaera cf. *P. discopora*		—
Scyphosphaera sp.		—

Source : MNHN, Paris

Tableau 2 : Répartition des espèces dans le bassin du Chéliff et le bassin du Hodna en Algérie



Source : MNHN, Paris

TABLEAU 3 : Repartition des espèces dans les bassins de la zone prérifaine et de la côte atlantique.

	Zone prérifaine			Côte atlantique	
	Kh 271	Kh 280	Kh 229	PK 821	PK 827
Dictyococcites dictyodus					
Discoaster divaricatus					
Discoaster cf. *D. druggi*					
Discoaster sp. 1					
Lithostromation perdurum					
Scyphosphaera sp.					
Cyclococcolithus leptoporus					
Discoaster challengeri					
Discolithus sparsiforatus					
Pontosphaera scutellum					
Scyphosphaera apsteinii					
Sphenolithus abies					
Coccolithus pelagicus					
Helicosphaera carteri					
Discoaster aster					
Discoaster barbadiensis					
Discoaster brouweri					
Discoaster cf. *D. challengeri*					
Discoaster druggi					
Discoaster variabilis					
Discolithus multiporus					
Helicosphaera seminulum seminulum					
Pontosphaera cf. *P. discopora*					
Rhabdosphaera claviger					
Scyphosphaera pulcherrima					
Scyphosphaera recta					
Thoracosphaera heimi					
Coccolithus marismontium					
Discoaster deflandrei					
Discoaster molengraaffi					
Isthmolithus recurvus					
Coccolithus bisectus					
Discoaster trinus					

Source : MNHN, Paris

Chéliff. De même, des espèces abondantes comme *Cyclococcolithus leptoporus, Discolithus sparsiforatus, Lithostromation perdurum* et, à un degré moindre, *Cruciplacolithus tenuiforatus* sont cantonnées dans le Chéliff. Par ailleurs le Hodna se distingue par la présence de nombreuses espèces de *Discoaster*, en quantités assez importantes dans les échantillons (13 espèces de Discoasters sur 26 espèces présentes alors que le Chéliff n'en compte que 16 sur 41 espèces au total) et par la présence de *Sphenolithus radians* assez abondant.

La distinction entre les deux zones d'origine des échantillons du Maroc (zone prérifaine et côte atlantique) est représentée sur le tableau 3.

Les échantillons de la zone prérifaine (Kh 271, 280 et 229, H.F.) sont miocènes (inférieur et moyen), ils se répartissent du sommet de l'Aquitanien à la base du Langhien (soit zones N 5 à N 9 de W.H.Blow) ; ceux de la côte atlantique sont d'âge miocène supérieur (PK 821, H.F.) et pliocène (PK 827, H.F.) (soit respectivement zones N 17-18 et zones N 19-21 de W.H. Blow).

On voit immédiatement que la nannoflore spécifique de la côte atlantique est beaucoup plus riche et variée (24 espèces) que celle de la zone prérifaine (3 espèces). Les espèces communes aux deux régions sont au nombre de 7.

Parmi les espèces localisées à la côte atlantique se trouvent : *Cyclococcolithus leptoporus, Discolithus sparsiforatus, Lithostromation perdurum, Discoaster challengeri, Sphenolithus abies, Scyphosphaera apsteinii, Scyphosphaera pulcherrima* et *Scyphosphaera recta.*

On peut donc noter que, tant en Algérie qu'au Maroc, la nannoflore du Miocène supérieur est plus variée et plus abondante que celle du Miocène inférieur puisque l'on a :

- 41 espèces dans les échantillons du Chéliff ;
- 31 espèces dans les échantillons de la côte atlantique du Maroc ;
- 26 espèces dans les échantillons du Hodna ;
- 10 espèces dans les échantillons de la zone prérifaine.

La distinction entre les deux séries de bassins est probablement accentuée par la situation tectonique assez différente du Chéliff et de la côte atlantique du Maroc d'une part, du Hodna et de la zone prérifaine d'autre part.

La situation géographique actuelle de ces bassins est liée à l'évolution géologique de l'Afrique du Nord au Néogène et au Quaternaire. Ce sont, en effet, les plissements plio-quaternaires qui ont donné à l'Afrique du Nord son aspect actuel (M. Dalloni, 1915 ; L. Glangeaud, 1962).

Cette évolution géologique a été marquée par deux phases de plissements :

- la première a duré plus ou moins longtemps selon les régions et se situe entre le début de l'Oligocène et le Miocène inférieur ;
- la seconde est ponto-plio-quaternaire (voir le travail de synthèse de L. Glangeaud, 1962).

Etant donnée leur position relative, les bassins du Chéliff et de la côte atlantique du Maroc, du Hodna et de la zone prérifaine, les uns plutôt côtiers, les autres plutôt intra-continentaux, ont dû ressentir différemment les deux phases de plissement.

Les bassins du Chéliff et de la côte atlantique du Maroc ont une situation géographique et une position par rapport aux principales phases de plissements néogènes comparables. Il s'agit de bassins côtiers s'ouvrant directement vers la mer, ce qui les différencie des bassins du Hodna et le zone prérifaine du Maroc, bassins plus intracontinentaux qui, au Néogène, ont sans doute eu des rapports moins ouverts que les précédents avec la mer et des conditions bathymétriques différentes. La nannoflore pauvre de ces derniers bassins semble confirmer cette hypothèse.

Par ailleurs, le rapprochement entre tes nannoflores des deux séries de bassins nous amène à constater que les échantillons (miocènes supérieur) de la côte atlantique du Maroc qui pouvaient, de prime abord, sembler distincts de ceux du Chéliff provenant de zones méditerranéennes, sont en réalité très proches. Il y a même de nombreux points de similitude entre les deux : 25 espèces communes aux deux bassins parmi lesquelles *Cyclococcolithus lep-*

Source : MNHN, Paris

toporus, Discolithus sparsiforatus, Lithostromation perdurum abondants et strictement localisés comme les différentes espèces de *Scyphosphaera (S. aspsteinii, S. pulcherrima* et *S. recta)* à ces deux régions.

Ceci semble confirmer le fait que les contours actuels de la Méditerranée occidentale sont différents de ce qu'ils étaient au Néogène et la communication entre la Méditerranée et l'Atlantique était probablement plus aisée à cette époque.

Enfin, dans ce mémoire, sur toutes les espèces déterminées, vingt-sept d'entre elles sont observées et décrites pour la première fois dans des sédiments d'Afrique du Nord. Elles sont notées par un astérique sur le tableau 4 (Répartition stratigraphique des espèces).

Les espèces observées dans l'échantillon d'El Medhi (G.D.) en microscopie électronique à balayage sont les suivantes : (les chiffres entres parenthèses renvoient aux illustrations de ce travail).

- *Coccolithus pelagicus* (pl. II, fig. 1a-d) ;
- *Cyclococcolithus leptoporus* (pl. VI, fig. 8) ;
- *Helicosphaera carteri ;*
- *Rhabdosphaera claviger ;*
- *Discolithus multiporus ;*
- *Discolithus sparsiforatus ;*
- *Scyphosphaera pulcherrima ;*
- *Sphenolithus abies ;*
- *Discoaster brouweri ? ;*
- *Discoaster challengeri ;*
- *Discoasteroides kuepperi* (pl. XXXII, fig. 4) ;
- *Lithostromation perdurum.*

B - REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES ESPECES RENCONTREES.

Elle se trouve présentée sur le tableau 4 où tous les échantillons, qu'ils soient algériens ou marocains, sont classés par ordre stratigraphique tel que celui-ci a pu être déterminé par l'étude des Foraminifères. Sur ce tableau j'ai également figuré la fréquence des nannofossiles calcaires.

Grâce à ce tableau, on peut essayer de définir les limites stratigraphiques en Algérie et au Maroc.

1) LIMITE OLIGO-MIOCENE AU MAROC

Ces résultats portent sur un petit nombre d'échantillons et nécessiteront des études complémentaires.

L'étude des échantillons de l'Oligocène a été restreinte. Les espèces qui y sont cantonnées sont : *Hayella situliformis, Discolithus* aff. *obliquipons* et *Sphenolithus* sp. Certaines formes se retrouvent également au Miocène : *Dictyococcites dictyodus, Coccolithus bisectus, Coccolithus marismontium, Discoaster druggi* (il faut noter à cette occasion que *Discoaster druggi* a été décrit dans le Miocène inférieur), *Discoaster barbadiensis, Discoaster deflandrei* et *Discoaster trinus.*

2) LIMITE MIO-PLIOCENE EN ALGERIE ET AU MAROC.

Pour ce problème je n'ai pas dissocié les deux cas, en effet cette étude n'est possible que dans le bassin du Chéliff et le bassin de la côte atlantique du Maroc. Ce sont les seuls pour lesquels je dispose d'échantillons miocènes et pliocènes.

Les espèces cantonnées dans ces échantillons au Miocène sont : *Cruciplacolithus tenuiforatus, Helicosphaera seminulum seminulum, Discolithus* sp., *Pontosphaera discopora, Scyphosphaera pulcherrima, S. recta, Discoaster druggi, D. deflandrei, D. variabilis, Ceratolithus*

Source : MNHN, Paris

tricorniculatus, Discoasteroides kuepperi, Discoaster subsurculus, D. saipanensis, D. calcaris, D. brouweri, Isthmolithus recurvus, Discolithus japonicus, Pontosphaera cf.*P. discopora.*

Les espèces se retrouvant au Miocène et au Pliocène sont les suivantes : *Discoaster divaricatus, D. challengeri, D. barbadiensis, D. aster, Lithostromation perdurum, Scyphosphaera apsteinii, Coccolithus pelagicus, C. marismontium, C. bisectus, Helicosphaera carteri, Sphenolithus abies, Cyclococcolithus leptoporus, Discolithus multiporus* (rare au Pliocène), *D. sparsiforatus, Dictyococcites dictyodus, Pontosphaera scutellum* (rare au Miocène).

Voici enfin la liste des espèces cantonnées au Pliocène (dans ces deux bassins du moins) : *Coccolithus sarsiae, Reticulofenestra* sp., *Discoaster woodringi, Discoaster* cf. *D. druggi, Scyphosphaera* sp. et les différents *Discoaster* sp.

Il y a en outre un fond commun assez important d'espèces que je qualifierai d'ubiquistes puisqu'elles se retrouvent pratiquement dans tous les échantillons du Néogène d'Afrique du Nord.

Ce sont :

- *Coccolithus pelagicus,*
- *Cyclococcolithus leptoporus,*
- *Discolithus multiporus,*
- *Discolithus sparsiforatus,*
- *Helicosphaera carteri,*
- *Lithostromation perdurum,*
- *Sphenolithus abies.*

Elles constituent à elles seules dans les échantillons où elles sont présentes 50 à 60 % au minimum de l'ensemble de la nannoflore calcaire.

Dans le cas de l'échantillon 68-3 (R.L.) pour lequel des comptages ont été effectués, on arrive au résultat suivant :

- *Coccolithus pelagicus*	*56,5 %*
- *Cyclococcolithus leptoporus*	*16,5 %*
- *Helicosphaera carteri*	*7,6 %*
- *Discolithus sparsiforatus*	*4,8 %*
- *Sphenolithus abies*	*3,4 %*
- *Discolithus multiporus*	*1,0 %*
- *Lithostromation perdurum*	*0,5 %*

Soit pour l'ensemble de ces 7 formes un pourcentage de 90,3 % sur un total de 661 spécimens recensés.

Noms des espèces	1	2	3	4	5	6	7	Total
Coccolithus pelagicus	47	55	72	47	49	65	41	376
Cyclococcolithus leptoporus	13	13	14	22	19	14	15	110
Helicosphaera carteri	8	5	11	3	10	7	7	51
Discolithus sparsiforatus	6	5	3	7	3	5	3	32
Sphenolithus abies	3	1	4	6	1	4	4	23
Dictyococcites dictyodus	6	3	1	1	2	4	4	21
Discoasters divers	3	3	3	2		3	1	15
Discolithus multiporus	3		1	3	2	1		10
Helicosphaera seminulum	1	1	1	2		1	1	7
Cruciplacolithus tenuiforatus	1		1			1		3
Lithostromation perdurum			1		1	1		3
Rhabdosphaera claviger			2					2
Scyphosphaera (non déter.)				1				1
Indéterminables	2			2			3	7
	93	86	114	96	87	106	79	661

Source : MNHN, Paris

Le tableau ci-dessus contient les résultats des comptages effectués sur l'échantillon 68-3 (R.L.) du Miocène supérieur du Chéliff. Les chiffres obtenus pour cette série de 7 comptages résultent chacun de l'examen de 5 électromicrographies (voir les détails de la méthode utilisée dans le chapitre II : Techniques et méthodes).

Les associations caractéristiques d'une zone ou les indicateurs stratigraphiques sont très délicats à distinguer. Voici pour les zones N 8, N 13, N 14-16, N 17-18, et N 19-20 de Foraminifères planctoniques de W.H Blow (1969), les formes ou associations qui semblent significatives dans les limites de cette étude :

- Zone N 8 à *Globigerinoides siccanus* et *Globigerinatella insueta* :
  - *Discoaster adamanteus*
  - *Discoaster* cf. *D. druggi*,
  - *Discoaster molengraaffi*,
  - *Discoaster trinus*.

- Zone N 13 à *Sphaeroidinellopsis subdehiscens subdehiscens* et *Globigerina druryi* :
  - *Discoaster calcaris*.

- Zone N 13 et N 14-16 à *Globigerina nepenthes, Globorotalia siakensis, Globorotalia continuosa, Globorotalia acostaensis* et *Globorotalia merotumida* :
  - *Discoaster divaricatus*,
  - *Discoaster subsurculus*,
  - *Discolithus japonicus*,
  - *Discolithus sparsiforatus*,
  - *Scyphosphaera apsteinii*,
  - *Scyphosphaera recta*.

- Zone N 14 - N 16 :
  - *Discoaster* cf. *D. kugleri*,
  - *Discolithus* sp.,
  - *Pontosphaera discopora*,
  - *Pontosphaera scutellum*.

- Zone N 17 - 18 à *Globorotalia tumida plesiotumida, Globorotalia tumida tumida* et *Sphaeroidinellopsis subdehiscens paenadehiscens* :
  - *Ceratolithus tricorniculatus*,
  - *Discoaster brouweri*,
  - *Discoaster molengraaffi*,
  - *Pontosphaera* cf. *P. discopora*.

- Zone N 19 - 21, c'est-à-dire de la zone à *Sphaeroidinella dehiscens dehiscens* et *Globoquadrina altispira altispira* à la zone à *Globorotalia tosaensis tenuitheca* :
  - *Coccolithus sarsiae*,
  - *Discoaster woodringi*,
  - *Scyphosphaera* sp.

Quelques rares espèces du Tertaire inférieur sont signalées pour la première fois dans du Tertiaire supérieur. S'agit-il d'extension stratigraphique plus grande que celle reconnue jusqu'à présent ou bien de remaniements ? Les arguments sont trop peu nombreux pour pouvoir préciser cette question sans manquer d'objectivité : fréquence de ces formes, existence de remaniements

Source : MNHN, Paris

de formes secondaires (voir ci-dessous), etc. Je me bornerai donc à citer ces espèces en indiquant leur abondance :

- *Coccolithus bisectus*, commun (1) ;
- *Coccolithus marismontium*, rare à commun ;
- *Dictyococcites dictyodus*, rare à commun ;
- *Discoaster barbadiensis*, commun à abondant ;
- *Discoaster saipanensis*, rare ;
- *Discoaster tani nodifer*, commun ;
- *Discoasteroides kuepperi*, rare ;
- *Discolithus confossus*, rare ;
- *Helicosphaera seminulum seminulum*, abondante ;
- *Sphenolithus radians*, rare à commun.

Les formes secondaires (2) remaniées dans les échantillons étudiés ne sont pas exceptionnelles (3). On en retrouve depuis l'Oligocène jusqu'au Pliocène. Ces espèces sont (deux cas mis à part) localisées dans les échantillons algériens. L'explication la plus simple est la présence de terrains crétacés à l'affleurement plus fréquents lors de la mise en place des sédiments dans les bassins néogènes algériens. En effet les sédiments crétacés sont rares au Maroc.

J'ai indiqué après les noms d'espèces le ou les échantillons où on les trouve ainsi qu'éventuellement les figurations que j'en donne :

- *Ahmuellerella* sp. (66 A 26, G.G.),
- *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina (66 A 26, G.G.), pl. XIX, fig. 3 ;
- *Arkhangelskiella* sp. (PK 821, H.F. ; 68-3, 68-8, R.L. et 874, G.G.) ;
- *Bipodorhabdus* sp. (66 A 26, G.G.), pl. XX, fig. 5 ;
- *Cretarhabdus* aff. *unicornis* Stover (68-14, R.L.), pl. XIX, fig. 6 ;
- *Cribrosphaera ehrenbergi* Arkhangelskii (68-3, R.L.), pl. XIX, fig. 2 ;
- *Eiffelithus eximius* (Stover) Perch-Nielsen (68-14, R.L.), pl. XIX, fig. 1 a-b ;
- *Eiffelithus turriseiffeli* (Deflandre) Reinhardt (Kh 14, H.F. ; El Mehdi, G.D.) ;
- *Helicolithus* sp. (Kh 229, H.F.) ;
- *Loxolithus armilla* (Black et Barnes) Noël (El Medhi, G.D.) ;
- *Micula staurophora concava* (Stradner) Noël (864, 874, 66 A 26, G.G. ; 68-1, 68-2, 68-3, 68-8, 68-6, 68-14, R.L. ; El Medhi, G.D. ; Kh. 229, PK 821, H.F.), pl. XXI, fig. 6 ; pl. XXII, fig. 1 a-c ;
- *Micula staurophora decussata* (Vekshina) Noël, pl. XXI, fig. 5 ; pl. XXII, fig. 2 a-c, (même distribution dans les échantillons).

Ces deux formes ne sont pas rares dans les échantillons étudiés puisque dans l'échantillon 68-3 (R.L.), par exemple, elles représentent à elles seules 0,6 % des nannofossiles calcaires dénombrés.

- *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelskii) Gartner (68-3, R.L. ; 874, G.G.), pl. XX, fig. 1-3 ;
- *Stradneria limbicrassa* Reinhardt (68-8, 68-14, R.L. ; 66 A 26, G.G.), pl. XX, fig. 4 a-b ;
- *Watznaueria barnesae* (Black) Perch-Nielsen (68-14, R.L.).

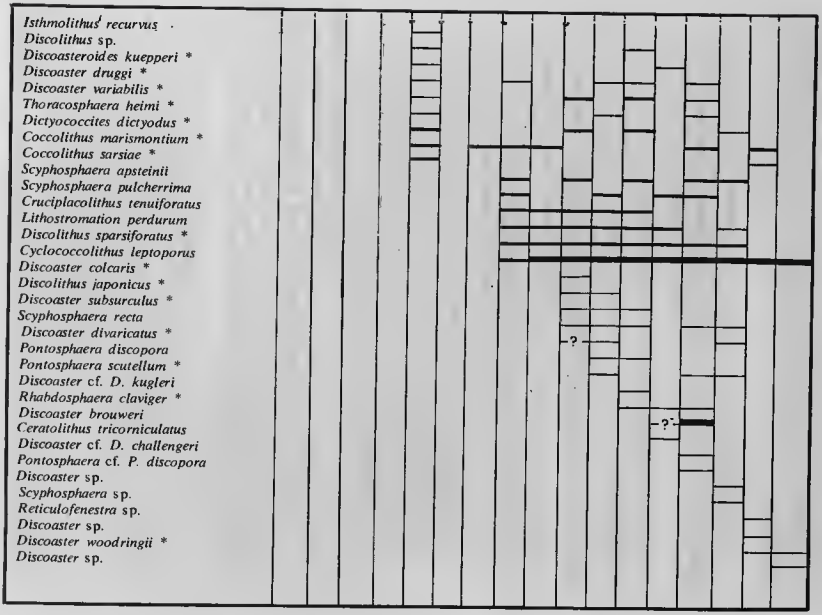
Après tous ces exemples de remaniements certains ou possibles, il faut bien reconnaître qu'il y a peut-être également des espèces miocènes remaniées dans les échantillons pliocènes ; mais dans l'état actuel de nos connaissances il est difficile de les identifier comme telles.

(1) Selon K. Perch. Nielsen (communication personnelle), cette espèce est certainement remaniée de l'Eocène supérieur.

(2) Ces formes ont été déterminées par Mademoiselle D. Noël.

(3) Une communication a été faite à ce sujet au Colloque sur les méthodes et les tendances de la stratigraphie (Orsay, octobre 1970).

Source : MNHN, Paris



Source : MNHN, Paris

Tableau 4 : Répartition stratigraphique des espèces étudiées

Noms des espèces	RIF	HODNA				RIF	CHELIFF						COTE ATL.	CHELIFF		
	N 5	N 8				N 9			N 13	N 14-16		N 17-18		N 19-21		
	Kh 271 H.F.	864 G.G.	874 G.G.	66 A 23 G.G.	66 A 26 G.G.	Kh 280 H.F.	Kh 229 H.F.	68-1 R.L.	68-2 R.L.	68-8 R.L.	68-9 R.L.	68-3 R.L.	El Mehdi G.D.	PK 821 H.F.	PK 827 H.F.	68-14 R.L.	68-6 R.L.
Discoaster trinus *																	
Discoaster molengraaffi *																	
Discoaster aster *																	
Coccolithus bisectus *																	
Helicosphaera carteri																	
Coccolithus pelagicus																	
Discoaster saipanensis *																	
Discoaster challengeri *																	
Discoaster cf. *D. druggi*																	
Discolithus multiporus *																	
Discoaster barbadiensis																	
Sphenolithus radians																	
Discoaster deflandrei																	
Sphenolithus abies																	
Helicosphaera seminulum seminulum *																	
Discoaster adamanteus *																	
Discoaster tani nodifer *																	
Discolithus confossus *																	

— rare
— commun
▬ abondant

Source : MNHN, Paris

C - LES COCCOLITHES ET LE FACIES MARNES BLEUES.

Les analyses physico-chimiques existantes révèlent pour les marnes bleues néogènes des compositions à peu près identiques en carbonate de calcium, argile et quartz (sous forme de sablons).

Un échantillon de marnes bleues du Miocène algérien (étudié par L. Leclaire) a donné les résultats suivants :

- $Ca\ CO_3$: 24 %
- argile : 47 %
- sablons : 29 %.

Un échantillon du Pliocène de l'Oued Bezouguert (comparable à 68-6, R.L.) montre la composition suivante :

- $Ca\ CO_3$: 23 %
- argile : 52 %
- sablons : 25 %.

A. Perrodon (1957, p. 74) présente les résultats d'analyse de plusieurs échantillons de marnes bleues miocènes provenant soit des forages du Djebel Rokba et d'Aïne Mérane (Rabelais), soit du bassin du moyen Chéliff. Ces échantillons contiennent en moyenne :

- 10 à 20 % de $Ca\ CO_3$
- 2 à 4 % de dolomie
- 50 à 70 % d'argile
- 20 à 30 % de quartz.

Cet auteur signale par ailleurs l'extrême richesse de ces sédiments en quartz, elle peut atteindre 40 %. Ce quartz est très fin (inférieur à 200μ).

Je n'ai pas eu la possibilité d'effectuer des analyses physico-chimiques complètes de mes échantillons. Le carbonate de calcium a seul été dosé sur certains échantillons. Les pourcentages obtenus se répartissent comme suit :

- 68-6, R.L.	19,8 %
- 68-24, R.L.	22,8 %
- 68-1, R.L.	25,7 %
- 68-8, R.L.	26,5 %
- 68-14, R.L.	27,0 %
- 68-2, R.L.	35,9 %
- PK 821, H.F.	35,9 %
- Kh 231, H.F.	36,0 %
- Kh 229, H.F.	36,6 %
- 68-3, R.L.	36,7 %
- 68-9, R.L.	37,0 %
- Kh 280, H.F.	37,3 %.

Les teneurs sont donc comprises entre 19,8 % (68-6, R.L.) et 37,3 % (Kh 280, H.F.).

Tous les chiffres cités précédemment concernent les constituants majeurs de ces marnes. Il y a également une grande analogie des minéraux argileux. Des examens aux rayons X de ces mar-

Source : MNHN, Paris

nes montrent que l'illite y est dominante, qu'il y a également présence de montmorillonite, de chlorite et kaolinite (en quantité très minime) (1). A.Perrodon (1957) a trouvé dans ses échantillons : illite et kaolonite dominantes, traces de chlorite.

Tous ces éléments montrent le caractère détritique des marnes bleues et l'importance des apports dans les bassins de sédimentation néogènes.

Il y a également présence de pyrite en quantités plus ou moins importantes.

La quantité de calcaire total contenue dans les sédiments étudiés ici et dans des sédiments comparables analysés par ailleurs (40 % au maximum) se répartit comme suit :

- particules de taille supérieure à 25μ : 5 à 20 %
- particules de taille comprise entre 2 et 25μ : 40 à 60 %
- particules de taille inférieure à 2μ : 10 à 30 %.

La fraction calcaire comprise entre 2 et 25 comprend la quasi-totalité du nannoplancton, mais elle contient également des débris bioclastiques (Foraminifères essentiellement) et de nombreux cristaux de calcite (voir pl. XL, fig. 1, 2, 3 et 4).

Dans une des rares études consacrées à ce sujet, M.N. Bramlette (1958) présente les résultats d'examen d'échantillons répartis entre le Crétacé supérieur et l'actuel. Parmi ces échantillons se trouve une boue calcaire miocéne provenant du Pacifique. Elle renferme au total 79 % de carbonate de calcium qui se répartit en :

32,9 % de nannofossiles calcaires,
41,7 % de Foraminifères (entiers et débris identifiables),
25,3 % de calcite indéterminée.

J'ai pu faire, par comptages sur des électromicrographies, les estimations suivantes de la quantité et du volume occupé par ces trois catégories de corpuscules :

	Quantité en %	Volume en %
Nannoplancton calcaire	40 à 50	30 à 40
Cristaux de calcite	30 à 40	30 à 40 (2)
Débris bioclastiques	20 à 30	10 à 20

en tenant compte des formes remaniées, que 12 à 24 % du *calcaire total.* Les teneurs en calcaire ne sont donc pas uniquement liées aux teneurs en coccolithes.

Cette constatation est valable pour l'échantillon tel qu'il se présente actuellement, c'est-à-dire ayant subi une diagénèse qui se traduit par la présence de calcaire recristallisé et de pyrite. Au sujet de ces cristaux de calcite, manifestement recristallisés étant donné leurs parfaites formes cristallographiques, il faut remarquer que G. Deflandre (1952 a et 1970 a) indique qu'un coccolithe (voire une coccosphère) est susceptible de se transformer en un cristal de calcite. Il est également possible qu'avant la diagenèse, il y ait eu présence d'éléments constitutifs, de fragments de coccolithes. Ces débris ont pu être mis en solution et avoir ainsi participé à l'élaboration des cristaux de calcite. Cette possibilité, si elle était confirmée, augmenterait un peu l'importance des coccolithes dans la fraction calcaire. On n'observe pas ces éléments constitutifs dans les sédiments sous leur forme actuelle. Les coccolithes brisés montrent généralement une cassure indépendante de leur architecture, cela laisse supposer qu'il y a une forte soudure des éléments entre eux et peu de possibilités de désagrégation.

(1) Résultat de l'analyse aux Rayons X de l'échantillon 68-3 (R.L.), Miocène supérieur du Chéliff.

(2) Ces chiffres s'expliquent par le fait que les cristaux sont beaucoup plus compacts que les nannofossiles et les débris de microfaune.

Source : MNHN, Paris

Les marnes bleues présentent de nombreuses analogies avec les sédiments récents de Méditerranée :

- dans les deux cas, la proportion de Ca CO_3 ne dépassent pas 40 %.

- L'importance des coccolithes dans le calcaire total y est du même ordre.

- Une grande partie du calcaire de ces sédiments récents est inférieure à 2μ. L'examen en microscopie (photonique et électronique) de ce calcaire « microgranulaire » n'a pas permis de déterminer sa constitution.

- Les associations de minéraux argileux sont semblables ou très voisines.

- Les deux sédiments (marnes bleues et récents) sont caractérisés par une proportion importante d'éléments détritiques fins.

En conclusion on peut dire que depuis le dépôt des marnes bleues jusqu'à la période actuelle il y a une grande similitude des conditions physico-chimiques de la sédimentation marine en Afrique du Nord.

Source : MNHN, Paris

CHAPITRE VI

CONCLUSIONS

Cette étude de la nannoflore calcaire du Miocène et du Pliocène d'Algérie et du Maroc a été réalisée en microscopie photonique et électronique à balayage.

Un bref historique la situe par rapport aux travaux, peu fréquents, qui l'ont précédé (G. Deflandre, 1939, 1942 et 1954 et M. Gardet, 1955).

Les échantillons étudiés, des bassins du Hodna, du Chéliff, de la côte atlantique du Maroc et de la zone prérifaine, ont été datés grace aux Foraminifères planctoniques et situés par rapport aux zones définies par W.H. Blow (1969). Ils se répartissent depuis le Miocène inférieur jusqu'au Pliocène.

L'étude systématique des nannofossiles calcaires, qui constitue la majeure partie de ce travail, a porté sur 54 types de corpuscules : coccolithes *sensu lato*, discoasters et *incertae sedis*. Il n'y a pas de nouveau taxon, seules deux nouvelles combinaisons sont proposées (*Discolithus confossus* et *Discolithus japonicus*).

L'examen approfondi de ces nannofossiles en microscopie électronique à balayage a permis de préciser de nombreux détails de structure et d'architecture.

De ce travail, un certain nombre de conclusions à la fois d'ordre géographique, stratigraphique et pétrographique a pu être tiré.

1 /Résultats géographiques : Une distinction a été possible entre les échantillons du Hodna et du Chéliff d'une part et entre ceux de la zone prérifaine et de la côte atlantique du Maroc d'autre part. Bien sûr, elle est en grande partie d'ordre stratigraphique, mais il faut également noter que le Hodna et la zone prérifaine, le Chéliff et la côte atlantique du Maroc ont des situations géographiques comparables.

La similitude entre les échantillons d'âge miocène supérieur du Chéliff et de la côte atlantique du Maroc laisse penser que ces deux bassins ont eu une alimentation commune ou du moins que la communication entre l'Atlantique et la Méditerranée était plus aisée lors du dépôt de ces sédiments qu'elle ne l'est actuellement.

2 /Résultats stratigraphiques : Le fait remarquable est la présence, au nombre de cinq, d'espèces ubiquistes, c'est-à-dire que l'on retrouve pratiquement dans tous les échantillons, elles constituent en moyenne 50 à 60 % de l'ensemble de la nannoflore calcaire et même parfois plus. Il y a également un certain nombre de formes ou d'associations caractéristiques dont la liste est donnée pour chacune des zones de Foraminifères planctoniques de W.H. Blow représentée.

L'importance quantitative des formes remaniées provenant du Crétacé supérieur, de l'Eocène, de l'Oligocène et même du Miocène inférieur est également soulignée.

Source : MNHN, Paris

3 /Résultats pétrographiques : Une tentative a été faite, par mesures du pourcentage de $CaCO_3$ et comptages sur des électromicrographies, pour essayer de définir le rôle et l'importance quantitative des nannofossiles calcaires dans la constitution des sédiments néogènes méditerranéens. Ils constituent de 12 à 24 % du calcaire total, leur rôle est donc loin d'être négligeable.

Pour terminer, les sédiments néogènes étudiés ont été comparés aux sédiments actuels de Méditerranée. L'analogie existante laisse à penser que depuis le Néogène jusqu'à l'époque actuelle les conditions de la sédimentation marine en Afrique du Nord sont restées très voisines.

Source : MNHN, Paris

INDEX DES ESPECES CITEES

Ahmuerella sp. : p. 109 ;

- *Arkhangelskiella cymbiformis* (Vekshina) : p. 109, pl. XIX, fig. 3 ;
- *Arkhangeskiella* sp. : p. 109 ;
- *Bipodorhabdus* sp. : p. 109, pl. XX, fig. 5 ;
- *Braarudosphaera bigelowi* (Gran et Braarud) Deflandre : p. 101 ;
- *Ceratolithus tricorniculatus* Gartner : p. 101 ;
- *Coccolithophora leptopora* (Murray et Blackmann) Lohmann : p. 32, 33 ;
- *Coccolithophora pelagica* (Wallich) Lohmann : p. 26, 27 ;
- *Coccolithus bisectus* (Hay, Mohler et Wade) Bramlette et Wilcoxon : p. 23, 25, 36, 106, 107, 109, pl. III, fig. 3, 4 a-b, 5 a-b, Fig. 2 ;
- *Coccolithus carteri* (Wallich) Kamptner : p. 37 ;
- *Coccolithus eopelagicus* (Bramlette et Riedel) Bramlette et Sullivan : p. 29 ;
- *Coccolithus leptoporus* (Murray et Blackmann) Schiller : p. 32, 33 ;
- *Coccolithus leptoporus* var. *C* Mc Intyre, Bé et Preikstas : p. 30 ;
- *Coccolithus marismontium* Black : p. 25, 26, 39, 106, 107, 109, pl. IV, fig. 1, 2, 3, 4, 5 a-b, 6 ;
- *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller : p. 20, 21, 23, 26, 30, 31, 32, 37, 39, 107, pl. I, fig. 1 a-d, 2, 3, 4, 5, pl. II, fig. 1 a-d, 2, 3, 4, 5, pl. III, fig. 1 (?), Fig. 3, 4 ;
- *Coccolithus pelagicus* f. *diademata* Gardet : p. 38 ;
- *Coccolithus sarsiae* Black : p. 30, 31, 107, 108, pl. III, fig. 2 ;
- *Coccosphaera carteri* Wallich : p. 29, 37 ;
- *Coccosphaera leptopora* Murray et Balckmann : p. 32 ;
- *Coccosphaera pelagica* Wallich : p. 26, 27, 29 ;
- *Coccosphaera pelagica* Wallich var. *carteri* Wallich : p. 38 ;
- *Cretarhabdus* aff. *unicornis* Stover : p. 109, pl. XIX, fig. 6 ;
- *Cruciplacolithus tenuiforatus* Clocchiatti et Jerkovic : p. 29, 31, 32, 105, 106, 107, pl. VII, fig. 2, 3, 4 ;
- *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner) Hay, Mohler et Wade : p. 31 ;

Source : MNHN, Paris

- *Crystallolithus hyalinus* Gaarder et Markali : p. 20, 21 ;

- *Cyclococcolithina leptopora* (Murray et Blackmann) Wilcoxon : p. 33 ;

- *Cyclococcolithus dictyodus* (Deflandre et Fert) Hay et Towe : p. 35, 36 ;

- *Cyclococcolithus leptoporus* (Murray et Blackmann) Kamptner : p. 32, 34, 39, 105, 106, 107, pl. VI, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, g, pl. VII, fig. 1 ;

- *Cyclococcolithus sarsiae* (Black) Kamptner : p. 30 ;

- *Dictyococcites danicus* Black : p. 35, 36 ;

- *Dictyococcites dictyodus* (Deflandre et Fert) Martini : p. 35-37, 106-107, pl. V, fig. 1 a-d, 2 a-d ;

- *Discoaster adamanteus* Bramlette et Wilcoxon : p. 69, 70, 71, 10g, pl. XXIV, fig. 1 a-d ;

- *Discoaster aster* Bramlette et Riedel : p. 69, 71, 72, g4, 94, 107, pl. XXIV, fig. 3, 4, pl. XXV, fig. 1 a-c, pl. XXVI, fig. 1 a-c, Fig. 12 ;

- *Discoaster asymmetricus* Gartner : p. 77 ;

- *Discoaster barbadiensis* Tan Sin Hok : p. 72-74, gg, 96, 106, 107, 109, pl. XXX, fig. 1 a-b, 2 a-b, 3, 4 ;

- *Discoaster brouweri* Tan Sin Hok : p. 75-77, 107, 10g, pl. XXVII, fig. 1 a-b, 2, 3, 4, Fig. 13, 14, 15 ;

- *Discoaster brouweri* Tan Sin Hok var. *delta* Tan Sin Hok : p. 94 ;

- *Discoaster calcaris* Gartner : p. 7g, 107, 10g, pl. XXXV, fig. 4 a-c ;

- *Discoaster challengeri* Bramlette et Riedel : p. 7g-g0, 82, g7, 106, 107, pl. XXXII, fig. 1 a-b, 2, pl. XXXV, fig. 1 a-c, 2, 3.;

- *Discoaster* cf. *D. challengeri* Bramlette et Riedel : p. g0, pl. XXXVI, fig. 2 a-c ;

- *Discoaster deflandrei* Bramlette et Riedel : p. 79, g0-g2, 106, pl. XXXIII, fig. 3 a-c, pl. XXXIV, fig. 1 a-c, 2 a-b ;

- *Discoaster divaricotus* Hay : p. 79, g2-g3, 107, 10g, pl. XXXIV, fig. 3, 4 ;

- *Discoaster druggi* Bramlette et Wilcoxon : p. g2-g4, 106, pl. XXIV, fig. 2 a-c, pl. XXV, fig. 2 a-b ;

- *Discoaster* cf. *D. druggii* Bramlette et Wilcoxon : p. g4-g5, 107, 10g, pl. XXI, fig 3, pl. XXVI, fig. 2 a-c ;

- *Discoaster extensus* Bramlette et Wilcoxon : p. g3 ;

- *Discoaster kuepperi* Stradner : p. 95, 96 ;

- *Discoaster kugleri* Martini et Bramlette : p. g5 ;

- *Discoaster* cf. *D. kugleri* Martini et Bramlette : p. g5, 10g, pl. XXXVI, fig. 3 a-c ;

- *Discoaster lodoensis* Bramlette et Riedel : p. gg ;

- *Discoaster molengraaffi* Tan Sin Hok : p. g5-g7, 91, 92, 10g, pl. XXXIII, fig. 1 a-c, 2, Fig. 16, 17 ;

- *Discoaster obtusus* Gartner : p. 70 ;

- *Discoaster pentaradiatus* Tan Sin Hok : p. 70, 77 ;

- *Discoaster quinqueramus* Gartner : p. 77 ;

- *Discoaster rotundus* Noël : p. 71 ;

- *Discoaster saipanensis* Bramlette et Riedel : p. g7-g9, 96, 107, pl. XXXI, fig. 1 a-b, 2, 3 a-d, pl. XXXII, fig. 3 a-b ;

Source : MNHN, Paris

- *Discoaster stella* (Ehrenberg) Colom et Gamundi : p. 71 ;

- *Discoaster subsurculus* Gartner : p. 89-90, 93, 107, 108, pl. XXXVII, fig. 2 ;

- *Discoaster tani nodifer* Bramlette et Riedel : p. 90-91, 109, pl. XXXVII, fig. 2 a-c ;

- *Discoaster tani nodifera* (Bramlette et Riedel) Levin et Joerger : p. 90 ;

- *Discoaster trinus* Stradner : p. 91-92, 94, 106, 108, pl. XXVIII, fig. 2 a-c, pl. XXIX, fig. 1 a-d, 2, 3, 4 a-b, Fig. 19, 20 ;

- *Discoaster variabilis* Martini et Bramlette : p. 90, 93-94, 106, pl. XXXVI, fig. 1 a-c (?), pl. XXXVII, fig. 1, 3 a-d, pl. XXXVIII, fig. 1 a-c ;

- *Discoaster woodringi* Bramlette et Riedel : p. 82, 92, 94-95, 107, 108, pl. XXVIII, fig. 1 a-c ;

- *Discoaster* sp. 1 Martini : p. 70 ;

- *Discoaster* sp. : p. 95, 107, pl. XXXIX, fig. 1 a-c, 2 a-c, 3 a-c ;

- *Discoasteroides kuepperi* (Stradner) Bramlette et Sullivan : p. 95-97, 106, 107, 109, pl. XXXII, fig. 4 ;

- *Discolithina confossa* Hay, Mohler et Wade : p. 46, 48 ;

- *Discolithina distincta* (Bramlette et Sullivan) Levin et Joerger : p. 48, 49 ;

- *Discolithina japonica* Takayama : p. 47 ;

- *Discolithina millepuncta* Gartner : p. 47 ;

- *Discolithina sparsiforata* (Kamptner) Trexler : p. 51 ;

- *Discolithus confossus* (Hay, Mohler et Wade) : p. 46-47, pl. XI, fig. 1, 2, 4 a-c ;

- *Discolithus dictyodus* Deflandre : p. 24, 35, 36 ;

- *Discolithus distinctus* Bramlette et Sullivan : p. 48 ;

- *Discolithus japonicus* (Takayama) : p. 47-48, 52, 107, 108, pl. X, fig. 2, Fig. 5 ;

- *Discolithus latus* Kamptner : p. 45 ;

- *Discolithus lineatus* Deflandre : p. 48 ;

- *Discolithus longiforaminis* Baldi-Beke : p. 51 ;

- *Discolithus multiporus* Kamptner : p. 47, 48-50, 52, 55, 106, 107, pl. XII, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, Fig. 6 ;

- *Discolithus obliquipons* Deflandre : p. 52-53, 106, pl. XVIII, fig. 3, 4, 5 ;

- *Discolithus perforus* Gardet : p. 48 ;

- *Discolithus pulcheroides* Sullivan : p. 53 ;

- *Discolithus scutellum* Kamptner : p. 56 ;

- *Discolithus sparsiforatus* Kamptner : p. 46, 50-52, 60, 105, 106, 107, 108, pl. VIII, fig. 1 a-b, 2,3 a-c, pl. IX, fig. 1 a-c, 2, pl. X, fig. 1 a-b, 3, 4, Fig. 7, 8 ;

- *Discolithus vigintiforatus* Kamptner : p. 48, 49 ;

- *Discolithus* sp. : p. 53-54, 106, 108, pl. XI, fig. 3 ;

- *Eiffelithus eximius* (Stover) Perch-Nielsen : p. 109, pl. XX, fig. 1 a-b ;

- *Eiffelithus turriseiffeli* (Deflandre) Reinhardt : p. 109 ;

- *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay et Mohler : p. 21 ;

- *Eudiscoaster brouweri* Tan Sin Hok : p. 69 ;

Source : MNHN, Paris

- *Hayella elegans* Roth : p. 97 ;
- *Hayella situliformis* Gartner : p. 97-98, 106, pl. XVIII, fig. 2 a-c, Fig. 21, 22 ;
- *Helicolithus* sp. : p. 109 ;
- *Helicopontosphaera kamptneri* Hay et Mohler : p. 38 ;
- *Helicopontosphaera* sp. : p. 40 ;
- *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner : p. 18, 29, 37-40, 106, 107, pl. XVI, fig. 1, 2, 3, 4 a-b, pl. XVII, fig. 1a-b ;
- *Helicosphaera seminulum* Bramlette et Sullivan : p. 40, 41 ;
- *Helicosphaera seminulum lophota* Bramlette et Sullivan : p. 41 ;
- *Helicosphaera seminulum seminulum* Bramlette et Sullivan : p. 40-41, 106, 107, 109, pl. XVII, fig. 2, 3, 4 ;
- *Heliodiscoaster barbadiensis* Tan Sin Hok : p. 69, 72, 73 ;
- *Hemidiscoaster barbadiensis* (Tan Sin Hok) Colom et Gamundi : p. 72 ;
- *Hemidiscoaster molengraaffi* Tan Sin Hok : p. 69, 85 ;
- *Ilselithina iris* Stradner : p. 97 ;
- *Isthmolithus recurvus* Deflandre : p. 101, 107 ;
- *Koczyia lepida* Boudreaux et Hay : p. 56 ;
- *Lithostromation perdurum* Deflandre : p. 98-99, 105, 106, 107, pl. XXI, fig. 1, 2 a-b ;
- *Loxolithus armilla* (Black et Barnes) Noël : p. 109 ;
- *Micula staurophora concava* (Stradner) Noël : p. 109, pl. XXI, fig. 6, pl. XXII, fig. 1 a-c ;
- *Micula staurophora decussata* (Vekshina) Noël : p. 109, pl. XXI, fig. 5, pl. XXII, fig. 2 a-c ;
- *Pontosphaera discopora* Schiller : p. 55, 56, 106, 108 pl. XIII, fig. 4 a-c ;
- *Pontosphaera* cf. *P. discopora* Schiller : p. 56, 107, 108, pl. XIII, fig. 1 ;
- *Pontosphaera scutellum* Kamptner : p. 56-57, 107, 108, pl. X, fig. 5 a-b, Fig. 9 ;
- *Pontosphaera syracusana* Lohmann : p. 54 ;
- *Pontosphaera vadosa* Hay, Mohler et Wade : p. 48 ;
- *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelskii) Gartner : p. 109, pl. XX, fig. 1, 2, 3 ;
- *Reticulofenestra caucasica* Hay, Mohler et Wade : p. 42 ;
- *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre et Fert) Hay, Muhler et Wade : p. 35, 36 ;
- *Reticulofenestra* sp. : p. 42, 107 ;
- *Rhabdolithus pinguis* Deflandre : p. 43 ;
- *Rhabdosphaera claviger* Murray et Blackmann : p. 42-44, 106, 107, pl. XIX, fig. 4, 5 ;
- *Rhabdosphaera clavigera* (Murray et Blackmann) Kamptner : p. 42, 43 ;
- *Rhabdosphaera stylifer* Lohmann : p. 44 ;
- *Scyphosphaera amphara* Deflandre : p. 18, 62 ;
- *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann : p. 46, 58-61, 101, 105, 106, 107, 108, pl. VII, fig. 5 a-b, pl. XIII, fig. 2, 3, pl. XIV, fig. 1 a-b, pl. XV, fig. 1 a-f, Fig. 10, 11 ;
- *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann var. *recta* Deflandre : p. 62 ;

Source : MNHN, Paris

- *Scyphosphaera campanula* Deflandre : p. 62 ;
- *Scyphosphaera pulcherrima* Deflandre : p. 56, 61-62, 101, 105, 106, pl. XIV, fig. 3, 4, 5, pl. XV, fig. 2 ;
- *Scyphosphaera recta* (Deflandre) Kamptner : p. 62-63, 101, 105, 106, 108, pl. XV, fig. 3 ;
- *Scyphosphaera* sp. : p. 64, 107, 108, pl. XIV, fig. 2 ;
- *Sphenolithus abies* Deflandre : p. 64-65, 66, 67, 105, 106, 107, pl. XXIII, fig. 1, 2, 3, 4 ;
- *Sphenolithus radians* Deflandre : p. 64, 65-67, 105, 109, pl. XXIII, fig. 5 ;
- *Sphenolithus* sp. : p. 67, 106, pl. XXIII, fig. 6 a-c ;
- *Stradneria limbicrassa* Reinhardt : p. 109, pl. XX, fig. 4 a-b ;
- *Stradnerius dictyodus* (Deflandre) Haq : p. 23, 24, 35 ;
- *Syracosphaera bisecta* Hay, Mohler et Wade : p. 23, 24 ;
- *Syracasphaera pulchra* Lohmann : p. 24 ;
- *Thoracosphaera heimi* (Lohmann) Kamptner : p. 68-69, pl. XXI, fig. 3, 4 ,
- *Thoracosphaera imperforata* Kamptner : p. 68 ;
- *Thoracosphaera pelagica* Kamptner : p. 68 ;
- *Thoracosphaera saxea* Kamptner : p. 68 ;
- *Umbilicosphaera hulburtiana* Gaarder : p. 35 ;
- *Umbilicosphaera leptopora* (Murray et Blackmann) Cohen et Reinhardt : p. 33 ;
- *Watznaueria barnesae* (Black) Perch-Nielsen : p. 109 ;

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE.

- AKERS, W.H. (1965) :
Pliocene-Pleistocene Boundary, Northern Gulf of Mexico. *Science,* vol. 149, p. 741.

- BACHMANN, A., PAPP, A. et STRADNER, H. (1963) :
Mikropaläontologische Studen im « Badener Tegel » von Frättingsdorf N.O. *Mitt. Geol. Ges. Wien,* vol. 56, p. 117-210, 24 pls.

- BALDI-BEKE, M. (1960) :
Magyarorszagi miocén Coccolithophoridak rétegtani jelentösége (Die stratigraphische Bedentung miozäner Coccolithophoren aus Ungarn). *Földt. Közl.*, vol. 90, p. 213-223, pl. 14.

- BALDI-BEKE, M. (1964) :
Coccolithophorida vizsgalatok a Mecseki miocénben (Untersuchungen an Coccolithophoriden aus dem Miozän des MecsekGebirges). *Magyar Allami Földtani Intézet Evi Jelentése* 1961 (1), p. 161-173, 3 pls.

- BANDY, O.L. (1963) :
Miocene-Pliocene boundary in the Philippines as related to late Tertiary stratigraphy of deep-sea sediments. *Science,* vol. 142, p. 1290-1292, 1 fig.

- BANDY, O.L. et WADE, M.E. (1965) :
Criteria for distinguishing between deep-water marine Pliocene and Pleistocene deposits. *INQUA 1965 Abstracts,* p. 15-16.

- BANDY, O.L. et WADE, M.E. (1967) :
Miocene-Pliocene-Pleistocene boundaries in deep water environments. *Progr. Oceanography;* vol. 4, p. 51-66, 6 figs.

- BARTOLINI, C. (1970) :
Coccoliths from sediments of the western Mediterranean. *Micropaleontology,* vol. 16, n° 2, p. 129-154, pls. 1-8.

- BENESOVA, E. et HANZLIKOVA, E. (1962) :
Orientation study of fossil Flagellata in the Czechoslovak Carpathians. *Vest. Ustr. Ust. Geol (Praha),* vol. 37, p. 121-125, 4 pls, 1 text-fig.

- BERSIER, A. (1939) :
Discoastéridées et Coccolithophoridées des marnes oligocènes vaudoises. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.,* vol. 60, p. 229-248, 42 figs.

- BIGNOT, G. (1963) :
Foraminifères planctoniques et foraminifères remaniés dans la formation de Varengeville. *Bull. Soc. Géol. Normand.,* tome LIII, p. 1-12.

- BLACK, M. (1962) :
Fossil coccospheres from a Tertiary outcrop on the continental slope. *Geol. Mag.,* vol. 99, p. 123-127, pl. 8-9.

Source : MNHN, Paris

- BLACK, M. (1963) :
The fine structure of the mineral parts of the Coccolithophoridae. *Linn. Soc. London, Proc.*, vol. 174, p. 41-46, 1 pl., 2 text-figs.

- BLACK. M. (1964) :
Cretaceous and Tertiary coccoliths from Atlantic Seamounts. *Palaeontology*, vol. 7, p. 306-316, pl. 50-53.

- BLACK, M. (1965) :
Coccoliths. *Endeavour*, vol. 24, p. 131-137, fig. 1-25.

- BLACK, M. (1968) :
Taxonomic problems in the study of coccoliths. *Palaeontology*, vol. 11, n 5, p. 793-813, pl. 143-154.

- BLACK, M. et BARNES, B. (1961) :
Coccoliths and discoasters from the floor of the South Atlantic Ocean. *J. Roy. Micr. Soc.*, vol. 80, part 2, p. 137-147, pl. 19-26.

- BLACK, M., HILL, M.N., LAUGHTON, A.S. et MATTHEWS, D.H. (1964) :
Three non-magnetic seamounts off the Iberian coast. *Quart. J. Geol. Soc. London*, vol. 120, p. 477-517, pl. 37-44, 14 text-figs.

- BLOW, W.H. (1969) :
Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. *Proc. Ist. International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva, 1967, E.J. Brill*, vol. 1, p. 199-422, 52 pls., Leiden.

- BONA, J. (1964) :
Coccolithophorida - vizsgalatok a mecseki neogén rétegekben (Coccolithophoriden - Untersuchungen in der neogenen Schichtenfolge des MecsekGebirges). *Földt. Közl.*, vol. 94, p. 121-131, pl. 13-15, 3 text-figs.

- BOUCHE, P.M. (1962) :
Nannofossiles tertiaires du Bassin de Paris. *Soc. Géol. France, C. R.*, 1962, p. 106-107.

- BOUDREAUX, J.E. et HAY, W.W. (1969) :
Calcareous nannoplankton and biostratigraphy of the late Pliocene-Pleistocene-Recent sediments. *Rev. Esp. Micropal.*, vol. 1. n° 3, p. 249-292, pl. I-X.

- BRAMLETTE, M.N. (1957) :
Discoaster and some related microfossils *in* Geology of Saipan, Mariana Islands. *U. S. Geol. Surv.*, Prof. Pap. 280, p. 247-255, pl. 61.

- BRAMLETTE, M.N. (1958) :
Significance of Coccolithophorids on calcium carbonate deposition. *Geol. Soc. Amer., Bull.*, vol. 69, p. 121-126.

- BRAMLETTE, M.N. et RIEDEL, W.R. (1954) :
Stratigraphic value of discoasters and some other microfossils related to Recent coccolithophores. *J. Paleont.*, vol. 28, p. 385-403, pl. 38-39, 3 text-figs.

- BRAMLETTE, M.N. et SULLIVAN, F.R. (1961) :
Coccolithophorids and related nannoplankton of the early Tertiary in California. *Micropaleontology*, vol. 7, n° 2, p. 129-188, 14 pls., 1 text-fig.

- BRAMLETTE, M.N. et WILCOXON, J.A. (1967 a) :
Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Cipero section, Trinidad, W.I. *Tulane Stud. Geol.*, vol. 5, p. 93-131, 10 pls.

- BRAMLETTE, M.N. et WILCOXON, J.A. (1967 b) :
Discoaster druggi nom. nov. *pro Discoaster extensus* Bramlette et Wilcoxon, 1967, non Hay, 1967. *Tulane Stud. Geol.*, vol. 5, p. 220.

Source : MNHN, Paris

- BUKRY, D. et BRAMLETTE, M.N. (1969) :
Coccolith age determinations, Leg 1, Deep-sea Drilling project. *Initial Reports of the Deep-sea Drilling Project*, vol. 1, p. 369-387.

- BURSA, A.S. (1964) :
Discoasteromonas calciferus n. sp., an artic relict secreting *Discoaster* Tan Sin Hok 1927. *Grana palynologica*, vol. 6, n° 1, p. 147-165, fig. 1-22, pl. I-IV.

- BYSTRICKA, H. (1963) :
Die Unter-Eozänen Coccolithophoridae (Flagellata) des Myjavaer Palaeogens. *Geol. Sborn.*, vol. 14, p. 269-281, pl. 1-4.

- BYSTRICKA, H. (1964) :
Les Coccolithophoridés (Flagellés) de l'Eocène supérieur de la Slovaquie. *Geol. Sborn.*, vol. 15, p. 203-225, pl. 5-8.

- CARTER, H.J. (1871) :
On *Melobesia unicellularis*, better known as the coccolith. *Ann. et Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, vol. 7, p. 184-189.

- CITA, M.B. et PREMOLI-SILVA, I. (1968) :
Evolution of the planktonic foraminiferal assemblages in the stratigraphic interval between the type-Langhian and the type-Tortonian and biozonation of the Miocene of Piedmont. *Giorn. Geol.*, ser. 2, vol. 35, n° 3, p. 1-28, 2 pls., 4 figs., *Proc. IV Sess., Bologna, 1967, Comm. Medit. Neogene Strat.*, Bologna.

- CLOCCHIATTI, M. (1969) :
Contribution à l'étude de *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner (Coccolithophoridae). *Rev. Micropal.*, vol. 12, p. 75-83, pl. 1-3.

- CLOCCHIATTI, M. et JERKOVIC, L. (1970) :
Cruciplacolithus tenuiforatus, nouvelle espèce de Coccolithophoridé du Miocène d'Algérie et de Yougoslavie. *Cahiers de Micropal.*, sér. 2, n° 2, *Arch. orig. Centre Docum. C. N. R. S.* n° 467, p. 1-6, 2 pls.

- COHEN, C.L.D. (1964) :
Coccolithophorids from two Caribbean deep-sea cores. *Micropaleontology*, vol. 10, p. 231-250, 6 pls.

- COHEN, C.L.D. (1965 a) :
Coccoliths and Discoasters from Adriatic bottom sediments. *Leidsche Geol. Meded.*, vol. 35, p. 1-44, pl. 1-25.

- COHEN, C.L.D. (1965 b) :
Coccoliths and Discoasters, some aspects of their geologic use. *Geol. en Mijn.*, vol. 55, p. 337-344, 3 pls.

- COHEN, C.L.D. et REINHARDT, P. (1968) :
Coccolithophorids from the Pleistocene Caribbean deep-sea core CP. 28. *Neu. Jb. Geol. Paläontol., Abh., Dtsch.*, vol. 131, n° 3, p. 289-304.

- COLOM, G. (1940) :
Arqueomonadineas, Silicoflagelados, Discoastéridos fosiles de España. *Ciencias (Madrid)*, vol. 5, p. 343-356, 11 figs.

- COLOM, G. (1946) :
Los sedimentos burdigalensos de las Baleares. *Inst. Invest. Geol. « Lucas Mallada », Estud. Geol.*, n° 3, p. 21-112, 16 pls.

- COLOM, G. (1951) :
Estudios sobre las microfaunas de algunas cuencas marinas internas Mio-Pliocenas de la cordillera Subbética. *R. Soc. Espan. Hist. Nat., Bol.* vol. 49, p. 157-191, pl. 15-22, 6 text-figs.

Source : MNHN, Paris

- COLOM, G. (1952) :
Aquitanian-Burdigalian diatom deposits of the north Betic Strait, Spain. *J. Paleont.*, vol. 26, p. 867-885, 4 figs.

- COLOM, G. et GAMUNDI, J. (1951) :
Sobre la extension e importancia de las « Moronitas » a lo largo de las formaciones aquitano-burdigalienses del estrecho nortbético. *Rev. Estud. Geol.*, vol. 7, n° 14, p. 331-385, pl. 25-36.

- DALLONI, M. (1915) :
Recherches sur la période néogène dans l'Algérie occidentale. *Bull. Soc. Géol. Fr., Paris*, t. 15, p. 428-457.

- DEFLANDRE, G. (1934) :
Les Discoasteridés, microfossiles calcaires *incertae sedis. Bull. Soc. Franç. Micr.*, vol. 3, p. 59-67, 31 figs.

- DEFLANDRE, G. (1939) :
Sur la présence de Coccolithophoridés et Discoasteridés dans les marnes sahéliennes d'El Mehdi. *Soc. Zool. France, Bull.*, vol. 64, p. 200-202. .

- DEFLANDRE G. (1942 a) :
Coccolithophoridées fossiles d'Oranie. Genres *Scyphosphaera* Lohmann et *Thorosphaera* Ostenfeld. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, vol. 77, p. 125-137, 36 figs.

- DEFLANDRE, G. (1942 b) :
Sur la conservation de microfossiles calcaires, notamment de Coccolithophoridés, dans les silex sahéliens d'Oranie. *C. R. Acad. Sc., Paris*, t. 214, p. 804-805.

- DEFLANDRE, G. (1942 c) :
Possibilités morphogénétiques comparées du calcaire et de la silice, à propos d'un nouveau type de microfossile calcaire de structure complexe, *Lithostromation perdurum*, n. g. n. sp. *C. R. Acad. Sc., Paris*, t. 214, p. 917-919.

- DEFLANDRE, G. (1952 a) :
Classe des Coccolithophoridés *in* P.P. Grassé. Traité de Zoologie, vol. 1, fasc. 1, p. 439-470, fig. 339-364 bis.

- DEFLANDRE, G. (1952 b) :
Sous-embranchement des Flagellés *in* J. Piveteau. Traité de Paléontologie, vol. 1, p. 99-130, 150 figs.

- DEFLANDRE, G. (1959) :
Sur les nannofossiles calcaires et leur systématique. *Rev. Micropal.*, vol. 2, p. 127-152, 4 pls.

- DEFLANDRE, G. (1970 a) :
Présence de nannofossiles calcaires (coccolithes *et Incertae sedis)* dans le Siluro-Dévonien d'Afrique du Nord. *C. R. Acad. Sc., Paris*, t. 270, p. 2916-2921, pl. I-IV.

- DEFLANDRE, G. (1970 b) :
Commentaires sur la Systématique et la Nomenclature des Nannofossiles calcaires. V. A propos du genre *Cyclococcolithus* Kamptner. *Cahiers de Micropal.*, sér. 2, n° 7, *Arch. orig. Centre Docum. C. N. R. S.* n° 477, p. 1-5.

- DEFLANDRE, G. et FERT, C. (1954) :
Observations sur les Coccolithophoridées actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique. *Ann. Paléont.*, vol. 40, p. 115-176, 15 pls., 127 text-figs.

- DEFLANDRE, G. et DEFLANDRE-RIGAUD, M. (1967) :
Fichier Micropaléontologique Général, séries 17-18, Nannofossiles calcaires I et II. *Edit. C. N. R. S.*

- DEFLANDRE, G. et DEFLANDRE-RIGAUD, M. (1970 a) :
Fichier Micropaléontologique Général, séries 20-21, Nannofossiles calcaires III et IV. *Edit. C. N. R. S.*

Source : MNHN, Paris

- DEFLANDRE, G. et DEFLANDRE-RIGAUD, M. (1970 b) :
Commentaires sur la nomenclature et la systématique des nannofossiles calcaires II. III. IV. *Cahiers de Micropal.* sér. 2, n° 5, *Arch. orig. Centre Docum. C. N. R. S.*, n° 470, 17 p.

- DUMITRICA, P. (1968) :
Consideratii micropaleontologica asupra orizontuli argilos cu radiolari din Tortonianul regiunii Carpatice (Considérations micropaléontologiques sur l'horizon argileux à Radiolaires du Tortonien de la région carpathique). *Studii si Cercateri Geol., Geofiz., Geograf.*, ser. Geol., vol. 13, p. 227-241, pl. 1-4

- EHRENBERG, C.G. (1836) :
Bemerkungen über feste mikroskopische, anorganische Formen in den erdigen und derben Mineralien. *Ber. K. Akad. Wiss. Berlin*, 1836, p. 84-85.

- EHRENBERG, C.G. (1844) :
Uber zwei neue Lager von Gebirgsmassen aus Infusorien als Meeres-Absatz in Nord-Amerika und eine Vergleichung derselben mit den organischen Kreide-Gebilden in Europa und Afrika. *Ber. K. Akad. Wiss. Berlin*, 1844, p. 57-97.

- EHRENBERG, C.G. (1854) :
Mikrogeologie. Das Erden und Felsen schaffende Wirben des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde. Leipzig, 493 p., 40 pls.

- GAARDER, K.R. (1970) :
Three new taxa of Coccolithineae. *Nytt. Mag. Bot.*, vol. 17, n° 2, p. 113-126.

- GARDET, M. (1955) :
Contribution à l'étude des Coccolithes des terrains néogènes de l'Algérie. *Publ. Serv. Carte géol. Algérie, Bull.* n° 5, Travaux des collaborateurs, 1954, p. 477-550.

- GARTNER, S. Jr. (1967 a) :
Nannofossils species related to *Cyclococcolithus leptoporus* (Murray et Blackmann). *Univ. Kansas, Paleont. Contr.*, n° 28, 4 p., 2 pls.

- GARTNER, S. Jr. (1967 b) :
Calcareous nannofossils from Neogene of Trinidad, Jamaica and Gulf of Mexico. *Univ. Kansas, Paleont. Contr.*, n° 29, 7 p., 10 pls.

- GARTNER, S. Jr (1969 a) :
Two new calcareous nannofossils from the Gulf Coast Eocene. *Micropaleontology*, vol. 15, p. 31-34, pl. 1.

- GARTNER, S. Jr (1969 b) :
Hayella Roth and *Hayella* Gartner. *Micropaleontology*, vol. 15, p. 490.

- GARTNER, S. Jr (1969 c) :
Correlation of Neogene planktonic foraminifer and calcareous nannofossil zones. *Trans. Gulf Coast Ass. Geol. Soc.*, vol. XIX, p. 585-599, 2 pls.

- GARTNER, S. Jr et SMITH, L.A. (1967) :
Coccoliths and related calcareous nannofossils from the Yazoo Formation (Jackson, Late Eocene of Louisiana). *Univ. Kansas, Paleont. Contr.*, n° 20, p. 1-7, pl. 1-12.

- GLANGEAUD, L. (1962) :
Paléogéographie dynamique de la Méditerranée et de ses bordures. Le rôle des phases ponto-plio-quaternaires. *in* Océanographie géologique et géophysique de la Méditerranée occidentale. *Edit. C. N. R. S.*

- GUMBEL, C.W. (1870) :
Ueber Nulliporenkalk und Coccolithen. *Verh K.K. Geol. Reichsanst., Wien*, 1870, p. 201-203.

- HAECKEL, E. (1894) :
Systematische Phylogenie der Protisten und Pflugen. Berlin, Reimer, 400 p.

Source : MNHN, Paris

- HAQ, U.Z.B. (1966) :
Electron microscope studies on some upper Eocene calcareous nannoplankton from Syria. *Stockholm Contr. Geol.*, vol. 40, p. 23-37, 6 pls., 1 text-fig.

- HAQ, U.Z.B. (1967) :
Calcareous nannoplankton from the lower Eocene of Zinda Pir. District Dera Ghazi Khan, West Pakistan. *Geol. Bull. Panjab Univ.*, n° 6, p. 55-83, pl. 1-8, 1 text-fig.

- HAQ, U.Z.B. (1968) :
Studies on upper Eocene calcareous nannoplankton from N W Germany. *Stockholm Contr. Geol.*, vol. 18, p. 13-74, 11 pls., 3 text-figs., 3 tabls.

- HASLE, G.R. (1960) :
Plankton coccolithophorids from the subantartic and equatorial Pacific. *Nytt. Mag. Bot.*, vol. 8, p. 77-88, 3 pls., 2 text-figs.

- HAY, W.W. et TOWE, K.M. (1962) :
Electronmicroscopic examination of some coccoliths from Donzacq (France). *Eclog. Geol. Helvet.*, vol. 55, p. 497-517, 10 pls., 2 text-figs.

- HAY, W.W., MOHLER, H.P. et WADE, M.E. (1966) :
Calcareous nannofossils from Nal'Chik (Northwest Caucasus). *Eclog. Geol. Helvet.*, vol. 59, p. 379-399, pl. 1-13.

- HAY, W.W., MOHLER, H.P., ROTH, P.H., SCHMIDT, R.R. et BOUDREAUX, J.E. (1967) :
Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean-Antillean area, and transoceanic correlation. *Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc.*, vol. 17, p. 428-480, pl. 1-13.

- HAY, W.W. et BOUDREAUX, J.E. (1968) :
Calcareous nannofossils in the Submarex core, Nicaragua rise, Carribean Sea ; le Castella, Calabria, and the age of the Pliocene-Pleistocene boundary. *Giorn. Geol., Ital.*, vol. 35, n° 2, p. 143-152.

- HAY, W.W. et SCHMIDT, R.R. (1968) :
Calcareous nannofossils in the Pliocene in Italy. *Giorn. Geol., Ital.*, vol. 35, n° 2, p. 153-162.

- HONJO, S. et MINOURA, N. (1968) :
Discoaster barbadiensis Tan Sin Hok and the geologic age of the Setogawa Group. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, ser. 4, Geology Mineralogy, vol. 44, p. 165-169, 4 text-figs.

- HONJO, S., MINOURA, N. et OKADA, H. (1967) :
Study of nannofossils by the scanning electron microscope. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, ser. 4, Geology Mineralogy, vol. 13, p. 427-431, pl. 51-52, text-figs. 1, 2.

- HONJO, S., MINOURA, N., OKADA, H. et MINOTA, M. (1967) :
Present status of nannofossil study by electron microscope in Japan. *Proc. Japan Acad.*, vol. 43, p. 138-142, text-figs. 1-6.

- HUXLEY, T.H. (1858) :
in J. Dayman. Deep-sea soundings in the North Atlantic Ocean between Ireland and Newfoundland, made in *H. M. S. Cyclops*. London, Eyre and Spottiswoode, 73 p. 4 pls.

- JUKES-BROWNE, A.J. et HARRISON, J.B. (1891) :
The geology of Barbados. Part II. The oceanic deposits. *Quart. J. Geol. Soc. London*, vol. 48, p. 170-226, 4 figs.

- KAMPTNER, E. (1927) :
Beitrag zur Kenntnis adriatischer Coccolithophoriden. *Arch. Protistenk.*, vol. 58, p. 173-184, 6 figs.

- KAMPTNER, E. (1928) :
Uber eine Coccolithophoride aus der « Alten Donau » bei Wien, nebst einigen systematischen Bemerkungen. *Arch. Protistenk.*, vol. 61, p. 38-44, 2 figs.

Source : MNHN, Paris

- KAMPTNER, E. (1941) :
Die Coccolithineen der Südwestküste von Istrien. *Naturhist. Mus. Wien, Ann.*, vol. 51, p. 54-149. pl. 1-15.

- KAMPTNER, E. (1948) :
Coccolithen aus dem Torton des Inneralpinen Wiener Beckens. *Sitzungber. Osterr. Akad. Wiss., Math. Naturw. Kl.*, Abt. 1, vol. 157, p. 1-16, 2 pls.

- KAMPTNER, E. (1950) :
Uber den submikroskopischen Aufbau der Coccolithen, *Anz. Osterr. Akad. Wiss., Math. Naturw. Kl.*, vol. 87, p. 152-158.

- KAMPTNER, E. (1952) :
Das mikroskopische Studium des Skelettes der Coccolithineen (Kalkflagellaten). Ubersicht der Methoden und Ergebnisse. I. Die Gestalt des Gehäuses und seiner Banelemente. *Mikroskopie, Wien*, vol. 7, p. 232-244, fig. 1-16. II. Der Feinbau der Coccolithen. *Ibid.*, vol. 7, p. 375-386, fig. 17-27.

- KAMPTNER, E. (1954) :
Untersuchungen über den Feinbau der Coccolithen. *Arch. Protistenk.*, vol. 100, p. 1-90, 50 figs.

- KAMPTNER, E. (1955) :
Fossile Coccolithineen-Skelesttreste aus Insulinde. Eine mikropaläontologische Untersuchung. *Verh. K. Nederl. Akad. Wet.*, Afd. Natuurk., ser. 2, vol. 50, n° 2, 105 p., 9 pls.

- KAMPTNER, E. (1963) :
Coccolithineen-Skelettreste aus Tief-seeablagerungen des Pazifischen Ozeans. *Naturhist. Mus. Wien, Ann.*, vol. 66, p. 139-204, 9 pls., 39 text-figs.

- KAMPTNER, E. (1964) :
in Bachmayer, F. Untersuchung einer Kluftfüllung im Steinbruch Staatz (Kautendorf), nördliches Niederösterreich. *Naturhist. Mus. Wien, Ann.*, vol. 67, p. 181-187, 2 pls., 4 figs.

- KAMPTNER, E. (1967) :
Kalkflagellaten-Skelettreste aus Tief-seeschlamm des Südatlantischen Ozeans. *Naturhist. Mus. Wien, Ann.*, vol. 71, p. 117-198, 24 pls., 30 text-figs.

- KLUMPP, B. (1953) :
Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien des Mittleren und Oberen Eozän. *Palaeontographica*, vol. 103, pt. A, p. 377-406, pl. 16-20.

- LECAL-SCHLAUDER, J. (1951) :
Recherches morphologiques et biologiques sur les Coccolithophoridés nord-africains. *Ann. Inst. Océanogr., Monaco*, sér. 2, vol. 26, p. 255-362, pl. 9-13, 47 text-figs.

- LECAL-SCHLAUDER, J. (1952) :
Sur un Protiste pélagique rattachable aux Discoastéridés. *Arch. Zool. Expér. et Gén.*, vol. 89 (Notes et Revue), p. 51-55, 2 figs.

- LEVIN, H.L. (1965) :
Coccolithophoridae and related microfossils from the Yazoo Formation (Eocene) of Mississippi. *J. Paleont.*, vol. 39, n° 2, p. 265-272, pl. 41-43.

- LEVIN, H.L. et JOERGER, A.P. (1967) :
Calcareous nannoplankton from the Tertiary of Alabama. *Micropaleontology*, vol. 13, p. 163-182.

- LEZAUD, L. (1967) :
Contribution à l'étude des Nannofossiles calcaires (Coccolithophoridés). Leur rôle stratigraphique en Aquitaine sud-ouest (Chalosse, Béarn, Bas-Adour). *Thèse, Paris*, 238 p., 25 pl.

Source : MNHN, Paris

- LOCKER, S. (1965) :
Coccolithophoriden aus Eozänschollen Mecklenburgs. *Geologie, Berlin,* vol. 14, n° 10, p. 1252-1265.

- LOCKER, S. (1968) :
Biostratigraphie der Alttertiärs von Norddeutschland mit Coccolithophoriden. *Monatsber. dtsch. Akad. Wissensch., Berlin,* vol. 10, n° 3, p. 220-229.

- LOHMANN, H. (1902) :
Die Coccolithophoridae, eine Monographie der Coccolithen bildenden Flagellaten, zugleich ein Beitragzur Kenntniss der Mittelmeerauftriebs. *Arch. Protistenk.*, vol. 1, p. 89-165, pl. 4-6.

- LOHMANN, H. (1919) :
Die Bevölkerung des Ozeans mit Plankton nach den Ergebnissen der Zentrifugenfänge während der Ausreise der « Deutschland » 1911. *Arch. Biont.*, vol. 4, n° 3, 617 p., 16 pls., 113 text-figs.

- Mc INTYRE, A. et BE, A.W.H. (1967) :
Modern Coccolithophoridae of the Atlantic Ocean. I - Placoliths and cyrtoliths. *Deep-Sea Research,* vol. 14, p. 561-597, pl. 1-12, fig. 1-17.

- Mc INTYRE, A., BE, A.W.H. et PREIKSTAS, R. (1967) :
Coccoliths and the Pliocene-Pleistocene boundary. *Progr. Oceanography,* vol. 14, p. 3-25, pl. 1-6, text-fig. 1-5.

- MANIVIT, H. (1959) :
Contribution à l'étude des coccolithes de l'Eocène. *Publ. Serv. Carte géol. Algérie,* Bull. n° 25, p. 1-52, 10 pls.

- MANTON, I. et LEEDALE, G.F. (1969) :
Observations on the microanatomy of *Coccolithus pelagicus* and *Cricosphaera carterae,* with special reference to the origine and nature of coccoliths and scales. *J. mar. biol. Ass. U.K. (1969),* vol. 49, p. 1-16.

- MARESCH, O. (1966) :
Die Erforschung von Nannofossilien mittels des Elektronenmikroskopes in der Erdölindustrie. *Erdoel Erdgas Zeitschr.*, vol. 82, p. 377-384, 4 pls.

- MARTINI, E. (1958) :
Discoasteriden und verwandte Formen im N W-deutschen Eozän (Coccolithophorida). 1 - Taxionomische Untersuchungen. *Senckenb. Leth.*, vol. 39, p. 353-388, 6 pls.

- MARTINI, E. (1960 a) :
Braarudosphaeriden, Discoasteriden und verwandte Formen aus dem Rupelton des Maïnzer Beckens. *Notizbl. Hess. Landesamt. Bodenforsch. Wiesbaden,* vol. 88, p. 65-87, pl. 8-11.

- MARTINI, E. (1960 b) :
Nannoplankton in der Geologie. *Umschan Wiss. u. Tech.* 1960, p. 394-397, 14 figs.

- MARTINI, E. (1961 a) :
Nannoplankton aus dem Tertiär und der obersten Kreide von S W - Frankreich. *Senckenb. Leth.*, vol. 42, p. 1-41, pl. 1-5.

- MARTINI, E. (1961 b) :
Der stratigraphische Wert der Lithostromationidae. *Erdoel Erdgas Zeitschr.*, vol. 77, p. 100-103.

- MARTINI, E. (1965) :
Mid-Tertiary calcareous nannoplankton from Pacific deep-sea cores. *in* W.F. Whittard and R.B. Bradshaw (ed.), Submarine geology and geophysics, London, Butterworths, p. 393-411, pl. 33-37, text-figs. 153.

Source : MNHN, Paris

- MARTINI, E. (1967) :
Calcareous nannoplankton from the type Langhian. *Giorn. Geol., Ital.*, vol. 35, n° 2, p. 163-172, tabl. 1-2.

- MARTINI, E. (1969 a) :
Nannoplankton aus dem Miozän von Gabon (West-Afrika). *Neu. J. Geol. Paläont., Abh.*, vol. 132, p. 285-300, pl. 26-29, 1 fig.

- MARTINI, E. (1969 b) :
Nannoplankton aus dem Latdorf (locus typicus) und weltweite Parallelisierungen im oberen Eozän und unteren Oligozän. *Senckenb. Leth.*, vol. 50, p. 117-159, 4 pls., 4 figs.

- MARTINI, E. et BRAMLETTE, M.N. (1963) :
Calcareous nannoplankton from the experimental Mohole drilling. *J. Paleont.*, vol. 37, p. 845-856, pl. 102-105, 2 text-figs.

- MARTINI, E. et RITZKOWSKI, S. (1968) :
Was ist das « Unter-Oligocän » ? *Nachr. Akad. Wiss. Göttingen*, II Math.- Phys. Kl., 1968, p. 231-249, pl. 1, 2 figs.

- MASLOV, V.P. (1963) :
Klass Chrysomonadineae, Khrizomonady, p. 152-161, 42 figs, *in* Orlov, Yu. A. : Osnovy paleontologii (Foundations of paleontology). Tom 14. *Moskva, Izdat. Akad. Nauk SSSR.*, 698 p., 34 pls.

- MURRAY, J. et RENARD, A.F. (1891) :
Report on deep-sea deposits based on the specimens collected during the voyage of H.M.S. Challenger in the years 1872 to 1876. *in* Report on the scientific results of the voyage of H.M.S. Challenger during the years 1872-76, pl. 3, Deep-sea deposits, 561 p., 29 pls., 35 text-figs.

- MURRAY, G. et BLACKMANN, V.H. (1898) :
On the nature of coccospheres and rhabdospheres. *Roy. Soc. London, Philos. Trans.*, ser, B, Biol. Ser., vol. 190, p. 427-441, pl. 15, 16.

- NARASIMHAN, T. (1961) :
Eocene discoasters and coccolithophores from central California. *Univ. Microfilms, Inc., Ann. Arbor, London*, 1961 (1964), 209 p., 4 tabl., 10 pls.

- NOEL, D. (1960) :
Revision du genre *Discoaster* Tan Sin Hok 1927. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, vol. 51, p. 201-229, 3 pls.

- NOEL, D. (1965) :
Sur les coccolithes du Jurassique européen et d'Afrique du Nord. Essai de classification des coccolithes fossiles. *Thèse, Paris, 1965.* Imp. L. Jean, Gap, In 4°, 209 p. 58 pl. H.T.

- NOEL, D. (1970) :
Coccolithes crétacés. La craie campanienne du Bassin de Paris. *Edit. C. N. R. S.*, 129 p., pl. I-XLVIII.

- OATLEY, C.W. NIXON, W.C. et PEASE, R.F.W. (1965) :
Scanning electron microscopy. *Advances in Electronics and Electron Physics*, vol. 21, p. 181-247, 28 figs.

- PAREJAS, E. (1934) :
Sur quelques Actiniscus du Crétacé supérieur des Brasses (Préalpes médianes) et de l'Ile d'Elbe. *Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève, C.R.*, vol. 51, n° 2, p. 100-107, 32 figs.

- PARKE, M. et ADAMS, I. (1960) :
The motile (*Crystallolithus hyalinus* Gaarder and Markali) and nonmotile phases in the life history of *Coccolithus pelagicus* (Wallich) Schiller. *Marine Biol. Assoc. U. K., Jour.*, vol. 39, p. 263-274, pl. 1-4

Source : MNHN, Paris

- PERCH-NIELSEN, K. (1967) :
Nannofossilien aus dem Eozän von Danemark. *Eclog. Geol. Helvet.*, vol. 60, p. 19-32, pl. 1-7, 1 text-fig.

- PERRODON, A. (1957) :
Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'algérie occidentale. *Thèse, Nancy,* p. 1-328.

- PROTO DECIMA, F. (1966) :
Correlazioni fra zone a foraminiferi planctonici e zone a discoasteridi nell'Eocene inferiore di Pederobba (Trevigiano occidentale). *Atti Mem. Accad. Patavina di sc. Lett. Arti,* Cl. Sci, Nat., vol. 79, 1966-1967, p. 3-13, 1 pl.

- REINHARDT, P. (1967) :
Zur Taxionomie und Biostratigraphie der Coccolithineen (Coccolithophoriden) aus dem Eozan Norddeutschlands. *Paläontologie*, C. 213, p. 201-241, pl. 1-7, 20 figs.

- RIEDEL, W.R., BRAMLETTE, M.N. et PARKER, F.L. (1963) :
« Pliocene-Pleistocene » boundary in deep-sea sediments. *Science,* vol. 140, p. 1238-1240, 1 fig.

- SAITO, T. (1969) :
The Miocene-Pliocene and Pliocene-Pleistocene boundaries in deep-sea sediments (abstract). *INQUA, Congr. Intern.*, 1969, p. 72 B.

- SALES, E. (1967) :
Associations de nannofossiles calcaires du Crétacé et du Tertiaire d'Afrique occidentale. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, vol. 5, p. 291-314.

- SCHILLER, J. (1925) :
Die planktonischen Vegetationen des adriatischen Meeres. A. Die Coccolithophoriden-Vegetationen in der Jahren 1911-14. *Arch. Protistenk.*, vol. 51, p. 1-130, pl. 1-9, text-fig. A-Y.

- SCHILLER, J. (1926) :
Uber Fortpflanzung, geïssellose Gattungen und die Nomenklatur des Coccolithophoraceen nebst Mitteilung über Copulation bei *Dinobryon. Arch. Protistenk.*, vol. 53, p. 326-342, figs. A-H.

- SCHILLER, J. (1930) :
Coccolithinae *in* Rabenhorst, L. : Kryptogamen-Flora. Leipzig, vol. 10, pt. 2, p. 89-267, 137 figs.

- SCHWARZ, E.H.L. (1894) :
Coccoliths. *Ann. and. Mag. Nat. Hist.*, ser. 6, vol. 14, p. 341-346, 27 figs.

- SHUMENKO, S.I. et USHAKOVA, M.G. (1968) :
Coccoliths in floor sediments of the Pacific Ocean (Electron microscope study). *Dokl. Acad. Sci. USSR, Earth Sci., Sect.*, vol. 176 (1967), p. 229-231, fig. 1 (a-i).

- SORBY, H.C. (1861) :
On the organic origin of the so-called « crystalloids » of the Chalk. *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, ser. 3, vol. 8, p. 193-200, 5 figs.

- STRADNER, H. (1958) :
Die fossilen Discoasteriden Osterreichs. 1. Teil. Die in den Bohrkernen der Tiefbohrung Kornenburg 1 enthaltenen Discoasteriden. *Erdoel. Erdgas Zeitschr.*, vol. 74, p. 178-188, 38 figs.

- STRADNER, H. (1959 a) :
First report on the discoasters of the tertiary of Austria and their stratigraphic use. *Proc. Fifth World Petrol. Congr.*, New York, 1959, vol. 1, p. 1081-1095, 30 figs.

Source : MNHN, Paris

- STRADNER, H. (1959 b) :
Die fossilen Discoasteriden Osterreiches. II. Teil. *Erdoel. Erdgas Zeitschr.*, vol. 75, p. 472-488, 77 figs.

- STRADNER, H. (1961) :
Vorkommen von Nannofossolien in Mesozoikum und Alttertiär. *Erdoel. Erdgas Zeitschr.*, vol. 77, p. 77-89, 99 figs.

- STRADNER, H. (1962) :
Uber neue und wenig bekannte Nannofossilien aus Kreide und Alttertiär. *Verh. Geol. Bundesanst. Wien*, 1962, p. 363-377, 3 pls.

- STRADNER, H. (1964) :
Die Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der OMVAG in der Molassezone Niederösterreichs in der Jahren 1957-1963. Ergebnisse der Nannofossil-Untersuchungen (Teil III). *Erdoel. Erdgas Zeitschr.*, vol. 80, p. 133-139, 51 figs.

- STRADNER, H. et PAPP, A. (1961) :
Tertiäre Discoasteriden aus Osterreichs und deren Stratigraphische Bedentung mit Hinweisen auf Mexico, Rumänien und Italien. *Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien*, Sonderband 7, 159 p., 42 pls.

- STRADNER, H. et ADAMIKER, D. (1966) :
Nannofossilien aus Bohrkernen und ihre elektronenmikroskopische Bear-beitung. *Erdoel. Erdgas Zeitschr.*, vol. 82, p. 330-341, pl. 1-3, 16 text-figs.

- STRADNER, H. et EDWARDS, A.R. (1968) :
Electron microscopic studies on Upper Eocene Coccoliths from the Oamaru Diatomite, New Zealand. *Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien*, Sonderband 13, 66 p., 48 pls., 10 figs.

- SUJKOWSKI, Z. (1930) :
Etude pétrographique du Crétacé de Pologne. La série de Lublin et sa comparaison avec la craie blanche. *Bull. Serv. Geol. Pologne, Varsovie*, vol. 6, 628 p., 4 figs., 8 tabl.

- SULLIVAN, F.R. (1964) :
Lower Tertiary nannoplankton from the California Coast Ranges. I : Paleocene. *Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.*, vol. 44, p. 163-228, 12 pls., 1 text-fig.

- SULLIVAN, F.R. (1965) :
Lower Tertiary nannoplankton from the California Coast Ranges. II : Eocene. *Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.*, vol. 53, p. 1-74, 11 pls., 2 text-figs, 11 tabls.

- TAKAYAMA, T. (1967) :
First report on nannoplankton of the Upper Tertiary and Quaternary of the Southern Kwanto Region, Japan, *Jarhb. Geol. Bundesanst. Wien*, vol. 110, p. 169-198, pl. 1-10, 7 text-figs.

- TAN SIN HOK (1927 a) :
Over de samenstelling en het onstaan van krijt en magelgesteenten van de Molukken. *Jaarb. Mijnw. Nederl. Indië*, vol. 55. p. 111-122, 2 figs.

- TAN SIN HOK (1927 b) :
Discoasteridae incertae sedis. *Proc. Sect. Sc. K. Akad. Wet. Amsterdam*, vol. 30, n° 3, p. 411-419, 14 figs.

- TREXLER, D.W. (1967) :
Stratigraphic distribution of Upper Cretaceous nannoplankton (coccoliths) in central and northern Colorado and Black Hills region. *J. Paleont.*, vol. 41, p. 1355-1364, 4 figs.

- USHAKOVA, M.G. (1966) :
Biostratigraficheskoe znachenie kokkolitoforid v donnykh otlozheniyakh Tikhogo Okeana (The biostratigraphic role of Coccolithophoridae in the bottom sediments of the Pacific Ocean). *Okeanologiya*, vol. 6, p. 136-143, 3 figs.

Source : MNHN, Paris

- VEKSHINA, V.N. (1959) :
Kokkolitoforidy maastrikhtskikh otlozhenii Zapadno-Sibirskoi nizmennasti (Coccolithophoridae of the Maastrichtian deposits of the West Siberian Lowland). *Trudy Sibir. Nauch. - Issled. Inst. Geol. Geofiz. i Min. Syrya*, vol. 2, p. 56-81, 2 pls., 1 text-fig.

- WALLICH, G.C. (1860) :
Results of soundings in the north Atlantic. *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, ser. 3, vol. 6, p. 457-458.

- WALLICH, G.C. (1861) :
Remarks on some novel phases of organic life, and on the boring powers of minute annelids, at great depths in the sea. *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, ser. 3, vol. 8, p. 52-58.

- WALLICH, G.C. (1877) :
Observations on the coccosphere. *Ann. and. Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, vol. 19, p. 342-348, pl.- 17.

- WETZEL. W. et WEYL, R. (1953) :
Zur Kenntnis des Alttertiärs im südlichen Santo Domingo (Westindien). *Neu. Jahrb. Geol. u. Paläont.*. Monatsb., 1953. p. 21-34, 13 figs.

- WILBUR, K.M. et WATABE, N. (1963) :
Experimental studies on calcification in molluscs and the alga *Coccolithus huxleyi. Ann. N.Y. Acad. Sci.*, vol. 109, p. 82-112.

- WILCOXON, J.A. (1969) :
Tropical. planktonic zones and calcareous nannoplankton correlations in part of the California miocene. *Nature*, vol. 221, p. 950-951, 2 figs.

- WILCOXON, J.A. (1970) :
Cyclococcolithina Wilcoxon *nom. nov.* (nom. subst.) *pro Cyclococcolithus* Kamptner 1954. *Tulane Stud. Geol. Paleont.*, vol. 8, p. 82-83.

Source : MNHN, Paris

TABLE DES MATIERES

- PREFACE ..... p. 5

- INTRODUCTION ..... p. 7

- CHAPITRE I. - Historique de l'étude des Coccolithophoridés et des nannofossiles calcaires associés ..... p. 10

- CHAPITRE II. - Techniques et méthodes ..... p. 12
  Traitement des échantillons ..... p. 12
  Préparation des échantillons en vue de leur étude au microscope photonique ..... p. 13
  Préparation des échantillons en vue de leur étude au microscope électronique à balayage ..... p. 13
  Observation des échantillons ..... p. 13
  Méthode de comptage des nannofossiles calcaires ..... p. 14

- CHAPITRE III. - Provenance géographique et stratigraphique des échantillons ..... p. 15

- CHAPITRE IV. - Etude systématique ..... p. 20

A - Ordre des Héliolithes (*Heliolithae*) Deflandre 1952.

I. Famille des *Coccolithaceae* Kamptner 1928.
  genre *Coccolithus* Schwarz 1894 ..... p. 23
  genre *Cruciplacolithus* Hay et Mohler 1967 ..... p. 31
  genre *Cyclococcolithus* Kamptner 1954 ..... p. 32
  genre *Dictyococcites* Black 1967 ..... p. 34
  genre *Helicosphaera* Kamptner 1954 ..... p. 37
  genre *Reticulofenestra* Hay, Mohler et Wade 1966 ..... p. 41
  genre *Rhabdosphaera* Haeckel 1894 ..... p. 42

II. Famille des *Zygolithaceae* Noël 1965 *emend.* 1970.
  genre *Discolithus* Kamptner 1948 ex Deflandre 1952 ..... p. 45
  genre *Pontosphaera* Lohmann 1902 ..... p. 54
  genre *Scyphosphaera* Lohmann 1902 *emend.* Deflandre 1942 ..... p. 58

III. Famille des *Sphenolithaceae* Deflandre 1952
  genre *Sphenolithus* Deflandre 1952 ..... p. 64

Source : MNHN, Paris

B - Ordre des Ortholithales (*Ortholithae*) Deflandre 1952

1. Famille des *Thoracosphaeraceae* Schiller 1930
genre *Thoracosphaera* Kamptner 1927 ..... p. 68

II. Famille des *Discoasteraceae* Tan Sin Hok 1927
genre *Discoaster* Tan Sin Hok 1927 ..... p. 69
genre *Discoasteroides* Bramlette et Sullivan 1961 ..... p. 95

C - *Incertae sedis*
genre *Hayella* Gartner 1969 ..... p. 97
genre *Lithostromation* Deflandre 1942 ..... p. 98

- CHAPITRE V. - Principaux résultats géographiques, stratigraphiques et pétrographiques ..... p. 101
A - Répartition géographique des formes rencontrées ..... p. 101
B - Répartition stratigraphique des espèces rencontrées ..... p. 106
C - Les coccolithes et le faciès marnes bleues ..... p. 112

- CHAPITRE VI. - Conclusions ..... p. 115

- INDEX DES ESPECES CITEES ..... p. 117

- BIBLIOGRAPHIE ..... p. 122

B SL DU
MUSEUM
D'HIST.
NATUR.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

PLANCHES

BIBL. DU
MUSEUM
D HIST.
NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE I

Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller

FIGURE. 1 *a-d* : Coccolithe isolé. Echantillon 68-3, R.L.
Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 3 000 environ.

FIGURE. 1 *a* : Vue proximale montrant les deux cycles d'éléments constitutifs du disque proximal, l'aire centrale, l'ouverture centrale elliptique et la face inférieure du disque distal.
Cliché n° 219 (angle 0°) (1).

FIGURE. 1 *b* : Sur cette électromicrographie, on peut voir le mode de recouvrement des éléments du disque distal.
Cliché n° 221, (angle 20°).

FIGURE. 1 *c* : Vue latérale.
Cliché n° 222, (angle 53°).

FIGURE. 1 *d* : Vue latérale permettant d'observer les faces supérieures des deux disques.
Cliché n° 223, (angle 71°).

FIGURE. 2 : Coccosphère entière. Par comparaison avec la figure 3, on peut remarquer que l'arrangement des coccolithes sur les coccosphères n'est pas toujours le même.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 154, X 6 000 environ.

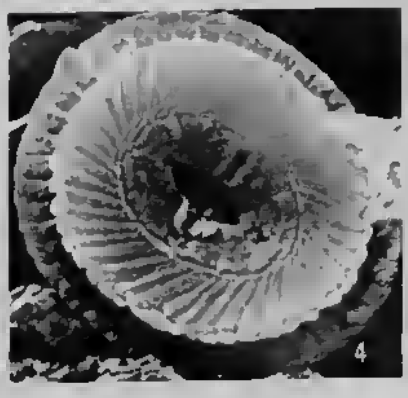
FIGURE. 3 : Coccosphère de grandes dimensions dont l'ouverture de deux des coccolithes est bien visible : l'une est ornée d'une barre transversale, l'autre est nue.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 164, X 2 400 environ.

FIGURE. 4 : Vue proximale d'un coccolithe.
Echantillon 68-14, R.L. Pliocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 412, X 6 400 environ.

FIGURE. 5 : Vue distale d'un coccolithe permettant d'observer l'arrangement en ellipses concentriques des plaquettes plus ou moins rhomboèdriques de l'aire centrale et les éléments du disque distal formant une couronne externe, légèrement inclinés dans le sens senestre.
Echantillon 68-14, R.L. Pliocène, Chéliff, (Algérie).
Cliché n° 429, X 6 400 environ.

(1) L'angle ainsi mesuré est l'angle d'observation de la préparation par rapport à la verticale.

Source : MNHN, Paris



BIBL DU
MUSEUM
D'HIST.
NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE II

Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller.

FIGURE. 1 *a-d* : Fragment de coccosphère, les coccolithes y sont de tailles très différentes. Sur cette électromicrographie et les suivantes, on peut observer l'arrangement des coccolithes dans la coccosphère et leurs deux faces. Echantillon El Mehdi, G.D. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie). X 3 500 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 1 090, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 1 089, (angle 23°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 1 087, (angle 45°).

FIGURE. 1 *d* : Cliché n° 1 088, (angle 71°).

FIGURE. 2 : Coccosphère avec un petit nombre de coccolithes (9 à 10 approximativement).
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 1 203, X 5 000 environ.

FIGURE. 3 : Face distale d'un coccolithe.
Echantillon PK 827, H.F. Pliocène, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 447, X 6 600 environ.

FIGURE. 4 : Face proximale d'un coccolithe.
Echantillon PK 827, H.F. Pliocène, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 448, X 6 600 environ.

FIGURE. 5 : Autre exemple de coccosphère constituée de très peu de coccolithes (8 à 9 environ).
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 1 212, X 5 000 environ.

Source : MNHN, Paris

BIBL DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE III

FIGURE. 1 : Fragment de coccosphère de *Coccolithus pelagicus* (?) (Wallich) Schiller. Le rapport de taille des coccolithes constitutifs varie du simple au double. Le coccolithe brisé permet de voir une coupe à travers les deux disques et le tube les reliant.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 371, X 6 000 environ.

FIGURE. 2 : Coccolithe de *Coccolithus sarsiae* Black en vue distale.
Echantillon 68-14, R.L. Pliocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 414, X 10 700 environ.

FIGURE. 3 : Coccolithe de *Coccolithus bisectus* (Hay, Mohler et Wade) Bramlette et Wilcoxon, vue distale.
Echantillon Kh 229, H.F. Miocène, zone prérifaine (Maroc).
Cliché n° 55, X 3 500 environ.

FIGURE. 4 *a-b* : Coccolithe hypercalcifié de *Coccolithus bisectus* (Hay, Mohler et Wade) Bramlette et Wilcoxon, vue distale.
Echantillon Kh 271, H.F. Miocène, zone prérifaine (Maroc).
X 3 400 environ.

FIGURE. 4 *a* : Cliché n° 92, (angle 0°).

FIGURE. 4 *b* : Cliché n° 91, (angle 45°).

FIGURE. 5 *a-b* : Coccolithe de *Coccolithus bisectus* (Hay, Mohler et Wade) Bramlette et Wilcoxon. Vue distale. La base d'une hampe (?) est encore visible.
Echantillon Kh 229, H.F. Miocène, zone prérifaine (Maroc).
X 3 400 environ.

FIGURE. 5 *a* : Cliché n° 75, (angle 0°).

FIGURE 5 *b* : Cliché n° 74, (angle 45°).

Source : MNHN, Paris

BIBL DU MUSEUM D'HIST. NATUR

Source : MNHN, Paris

PLANCHE IV

Coccolithus marismontium Black.

FIGURE. 1 : Fragment de coccosphère vu de l'intérieur, certains coccolithes apparaissent de profil.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° I 196, X 5 000 environ.

FIGURE. 2 : Coccosphère entière.
Echantillon Kh 229, H.F. Miocène, zone prérifaine (Maroc).
Cliché n° 46, X 2 800 environ.

FIGURE. 3 : Coccosphère.
Echantillon Kh 229, H.F. Miocène, zone prérifaine (Maroc).
Cliché n° 47, X 2 800 environ.

FIGURE. 4 : Coccolithe subcirculaire isolé. Vue distale.
Echantillon 68-14, R.L. Pliocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 430, X 6 400 environ.

FIGURE. 5 *a-b* : Coccolithe elliptique en vue distale.
Echantillon 68-1, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 6 700 environ.

FIGURE. 5 *a* : Cliché n° 130, (angle 0°).

FIGURE. 5 *b* : Cliché n° 128, (angle 45°).

FIGURE. 6 : Fragment de coccosphère. Sur cette électromicrographie les coccolithes se trouvent sous différents angles, il y a donc des vues proximale, distale et latérale.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° I 197, X 5 000 environ.

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU
MUSEUM
D'HIST.
NAT. JR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE V

Dictyococcites dictyodus (Deflandre et Fert) Martini.

FIGURE. 1 *a-d* : Forme elliptique large.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).

FIGURE. 1 *a* : Vue proximale.
Cliché n° 242, X 11 000 environ (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Vue proximale.
Cliché n° 244, X 10 000 environ (angle 45°).

FIGURE. 1 *c* : Vue proximale oblique.
Cliché n° 245, X 10 000 environ (angle 60°).

FIGURE 1 *d* : Vue latérale.
Cliché n° 246, X 10 000 environ (angle 80°).

FIGURE. 2 *a-d* : Forme elliptique étroite.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 6 400 environ.

FIGURE. 2 *a* : Vue proximale.
Cliché n° 263, (angle 0°).

FIGURE. 2 *b* : Vue proximale.
Cliché n° 262, (angle 45°).

FIGURE. 2 *c* : Vue proximale oblique.
Cliché n° 264, (angle 61°).

FIGURE. 2 *d* : Vue latérale.
Cliché n° 265, (angle 75°).

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE VI

Cyclococcolithus leptoporus (Murray et Blackmann) Kamptner.

FIGURE. 1 : Vue distale oblique d'un coccolithe montrant le mode de recouvrement des éléments constitutifs du disque distal.
Echantillon 68-14, R.L. Pliocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 394, X 10 500 environ.

FIGURE. 2 : Vue latérale d'un coccolithe. Le disque proximal est un peu visible.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 372, X 10 200 environ

FIGURE. 3 : Vue distale d'un coccolithe.
Echantillon PK 827, H.F. Pliocène, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 473, X 5 100 environ.

FIGURE. 4 : Coccolithe en vue distale.
Echantillon 68-8, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 625, X 5 000 environ.

FIGURE. 5 : Coccolithe en vue latérale.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 280, X 6 300 environ.

FIGURE. 6 : Coccolithe en vue proximale.
Echantillon 68-14, R.L. Pliocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 378, X 6 100 environ.

FIGURE. 7 : Coccolithe en vue proximale.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 1 224, X 5 000 environ.

FIGURE. 8 : Face inférieure d'un disque distal ; le disque proximal a disparu.
Echantillon El Mehdi, G.D. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 430, X 4 800 environ.

Source : MNHN, Paris

1

2

3

4

5

6

7

8

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE VII

FIGURE. 1 : Coccosphère de *Cyclococcolithus leptoporus* (Murray et Blackmann) Kamptner.
Echantillon 68-9, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 1 443, X 4 000 environ.

FIGURE. 2 : Fragment de coccosphère de *Cruciplacolithus tenuiforatus* Clocchiatti et Jerkovic. Les coccolithes y sont visibles en vues proximale et latérale.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 348, X 5 600 environ.

FIGURE. 3 : Coccolithe de *Cruciplacolithus tenuiforatus* Clocchiatti et Jerkovic, vue distale.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 1 478, X 6 000 environ.

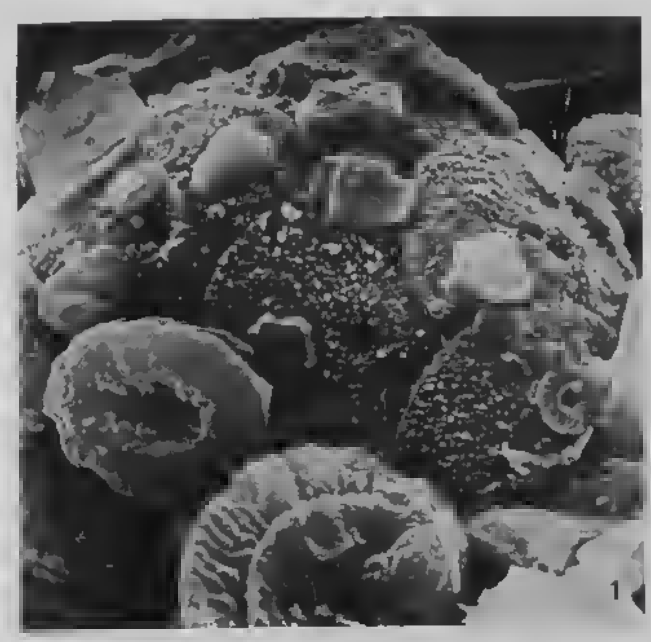
FIGURE. 4 : Coccolithe de *Cruciplacolithus tenuiforatus* Clocchiatti et Jerkovic, vue proximale.
Echantillon 68-1, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 312, X 7 200 environ.

FIGURE. 5 *a-b* : *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann, lopadolithe isolé.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
X 3 000 environ.

FIGURE. 5 *a* : Lopadolithe en vue latérale.
Cliché n° 1 209, (angle 0°).

FIGURE. 5 *b* : Vue distale oblique.
Cliché n° 1 211, (angle 45°).

Source : MNHN, Paris


1

2

3

5 a

5 b

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE VIII

Discolithus sparsiforatus Kamptner ex Deflandre.

FIGURE. 1 *a-b* : Discolithe isolé en vue distale oblique.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 5 200 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 228.

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 227.

FIGURE. 2 : Discolithe isolé partiellement brisé permettant d'observer la structure du fond et les perforations traversant toute la paroi. Vue distale.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 301, X 4 000 environ.

FIGURE. 3 *a-c* : Discolithe isolé.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 5 300 environ.

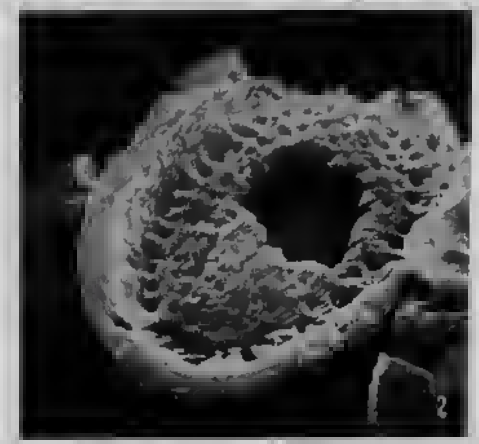
FIGURE. 3 *a* : Vue distale.
Cliché n° 250, (angle 0°).

FIGURE. 3 *b* : Vue distale oblique.
Cliché n° 251, (angle 45°).

FIGURE. 3 *c* : Vue latérale.
Cliché n° 252, (angle 77°).

On notera sur les électromicrographies de cette planche ainsi que sur celles de la planche IX et sur les figures 1a-b, 3 et 4 de la planche X, les similitudes morphologiques de *Discolithus sparsiforatus* avec *Scyphosphaera apsteinii* (pl. XIV, fig. 1 a-b ; pl. XV, fig. 1 a-f.)

Source : MNHN, Paris



BIBL DU MUSEUM D HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE IX

Discolithus sparsiforatus Kamptner ex Deflandre.

FIGURE. 1 *a-e* : Discolithe isolé vu sous différents angles (1).
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).

FIGURE. 1 *a* : Vue distale.
Cliché n° 218, X 3 200 environ.

FIGURE. 1 *b* : Vue latérale.
Cliché n° 225, X 6 000 environ.

FIGURE. 1 *c* : Vue latérale, l'arrangement des éléments latéraux est bien visible.
Cliché n° 224, X 10 000 environ.

FIGURE. 1 *d* : Vue latérale et proximale oblique.
On peut observer les perforations de la face proximale.
Cliché n° 226, X 6 000 environ.

FIGURE. 1 *e* : *Idem.*
Même cliché que 1 d ; détail de la paroi et du fond.
Cliché n° 226, X 10 000 environ.

FIGURE. 2 : Vue proximale d'un discolithe.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 260, X 3 200 environ.

(1) Ces clichés ont été obtenus par rotation du discolithe dans le même plan, c'est pourquoi les angles ne sont pas indiqués.

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE X

FIGURE. 1 *a-b* : *Discolithus sparsiforatus* Kamptner ex Deflandre.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 5 200 environ.

FIGURE. 1 *a* : Vue distale.
Cliché n° 281, (angle 45°).

FIGURE. 1 *b* : Vue distale oblique et latérale.
Cliché n° 282, (angle 75°).

FIGURE. 2 : *Discolithus japonicus* (Takayama) n. comb. Vue proximale.
Echantillon 68-8, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 558, X 5 300 environ.

FIGURE. 3 : *Discolithus sparsiforatus* Kamptner ex Deflandre. Vue distale.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 234, X 6 000 environ.

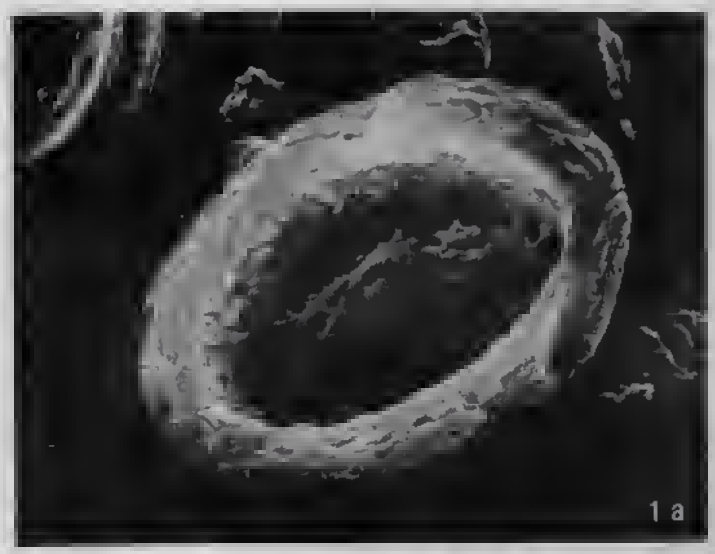
FIGURE. 4 : *Discolithus sparsiforatus* Kamptner ex Deflandre. Vue proximale.
Echantillon 68-8, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 568, X 5 500 environ.

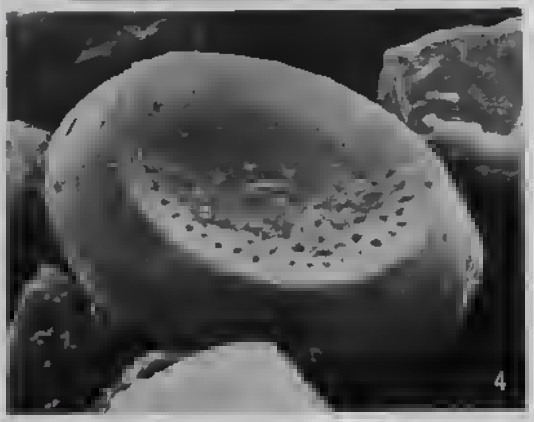
FIGURE. 5 *a-b* : *Pontosphaera scutellum* Kamptner.
Echantillon PK 827, H.F. Pliocène, côte atlantique (Maroc).
X 6 000 environ.

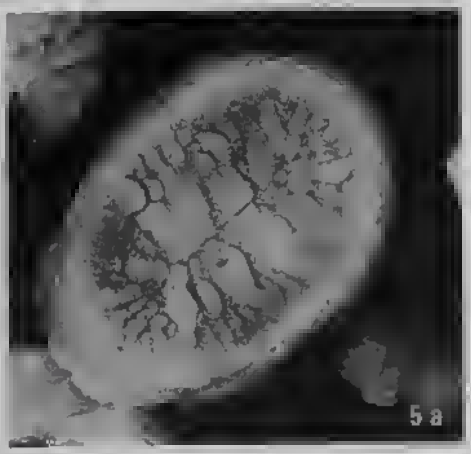
FIGURE. 5 *a* : Vue proximale.
Cliché n° 491, (angle 0°).

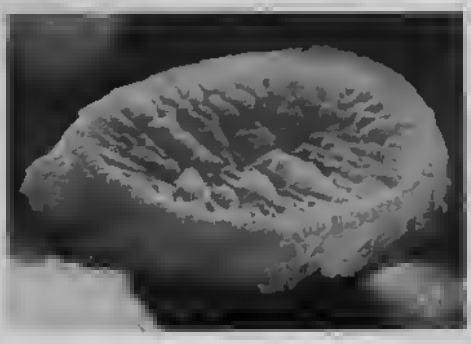
FIGURE. 5 *b* : Vue proximale oblique et latérale.
Cliché n° 490, (angle 45°).

Source : MNHN, Paris









BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XI

FIGURE. 1 : *Discolithus confossus* (Hay, Mohler et Wade) n. comb. Vue proximale.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 909, X 6 100 environ.

FIGURE. 2 *Discolithus confossus* (Hay, Mohler et Wade) n. comb. Spécimen peu usé. Vue proximale.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 945, X 6 000 environ.

FIGURE. 3 : *Discolithus* sp. Vue distale.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 341, X 6 700 environ.

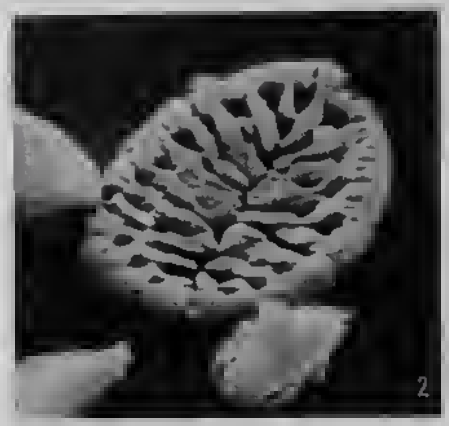
FIGURE. 4 *a-c* : *Discolithus confossus* (Hay, Mohler et Wade) n. comb.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
X 10 000 environ.

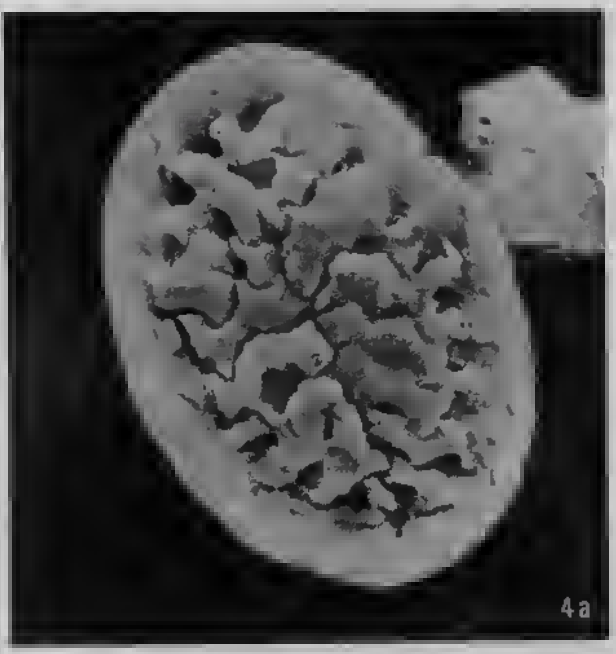
FIGURE. 4 *a* : Vue distale.
Cliché n° 987, X 10 500 environ (angle 0°).

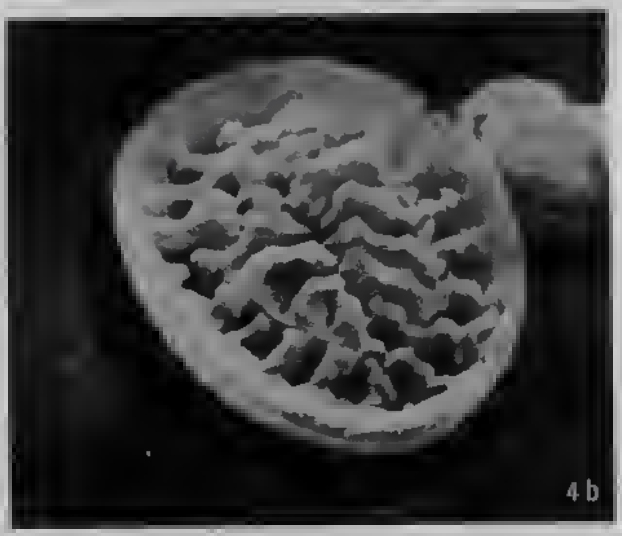
FIGURE. 4 *b* : Vue distale oblique.
Cliché n° 985, X 10 200 environ (angle 45°).

FIGURE. 4 *c* : Vue latérale.
Cliché n° 989, X 9 800 environ (angle 75°).

Source : MNHN, Paris







BIBL DU MUSEUM D HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XII

Discolithus multiporus Kamptner ex Deflandre

FIGURE. 1 : Vue distale.
Echantillon 864, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 1 344, X 6 000 environ.

FIGURE. 2 : Vue distale.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 189, X 5 400 environ.

FIGURE. 3 : Vue latérale.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 339, X 6 600 environ.

FIGURE. 4 : Vue distale.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie)
Cliché n° 275, X 5 800 environ.

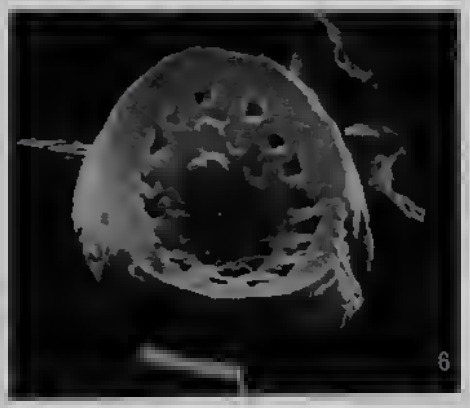
FIGURE. 5 : Vue proximale.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 918, X 9 600 environ.

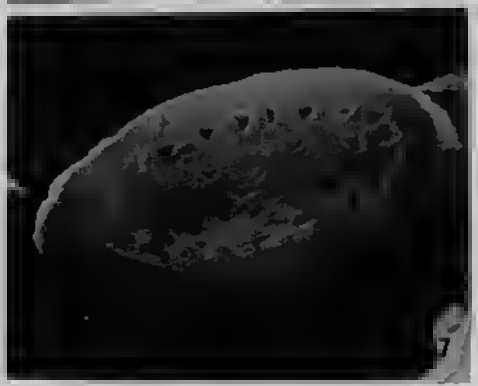
FIGURE. 6 : Vue proximale.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 268, X 6 500 environ.

FIGURE. 7 : Vue proximale.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 1 205, X 6 000 environ.

FIGURE. 8 : Vue proximale.
Echantillon 68-8, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 566, X 6 700 environ.

Source : MNHN, Paris





BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XIII

FIGURE. 1 : *Pontosphaera* cf. *P. discopora* Schiller. Vue proximale.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 1 284, X 5 000 environ.

FIGURE. 2 : *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann. Vue latérale.
Echantillon 68-8, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 631, X 3 000 environ.

FIGURE. 3 : *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann. Vue latérale, on aperçoit l'ouverture.
Echantillon PK 827, H.F. Pliocène, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 498, X 3 100 environ.

FIGURE. 4 *a-c* : *Pontosphaera discopora* Schiller.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 6 000 environ.

FIGURE. 4 *a* : Vue proximale.
Cliché n° 142, (angle 0°).

FIGURE. 4 *b* : Vue proximale oblique et latérale.
Cliché n° 143, (angle 33°).

FIGURE. 5 *c* : Vue proximale oblique et latérale.
Cliché n° 144, (angle 42°).

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XIV

FIGURE. 1 *a-b* : Lopadolithe isolé de *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).

FIGURE. 1 *a* : Vue latérale oblique.
Cliché n° 140, X 5 900 environ.

FIGURE. 1 *b* : Vue distale oblique permettant de voir la structure de la face interne des parois latérales et les perforations du fond, semblables à celles de *Discolithus sparsiforatus* Kamptner ex Deflandre.
Cliché n° 141, X 6 700 environ.

FIGURE. 2 : *Scyphosphaera* sp. Ce spécimen semble hypercalcifié. Vue latérale.
Echantillon PK 827, H.F. Pliocène, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 489, X 3 200 environ.

FIGURE. 3 : *Scyphosphaera pulcherrima* Deflandre.
Lopadolithe isolé en vue latérale et distale oblique. On aperçoit la face interne de l'ouverture.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 1 170, x 3 000 environ.

FIGURE. 4 : Lopadolithe de *Scyphosphaera pulcherrima* Deflandre.
Cette forme se présente comme celle de la fig.3.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 1 271, X 3 000 environ.

FIGURE. 5 : Lopadolithe de *Scyphosphaera pulcherrima* Deflandre.
Vue latérale.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 1 259, X 3 000 environ.

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XV

FIGURE. 1 *a-f* : Lopadolithe de *Scyphosphaera apsteinii* Lohmann vu sous différents angles.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 2 500 environ.

FIGURE. 1 *a* : Vue latérale.
Cliché n° 287.

FIGURE. 1 *b* : Vue distale oblique.
Cliché n° 288.

FIGURE. 1 *c* : Vue distale. L'ouverture y est très bien observable.
Cliché n° 289.

FIGURE. 1 *d* : Vue proximale oblique.
Cliché n° 285.

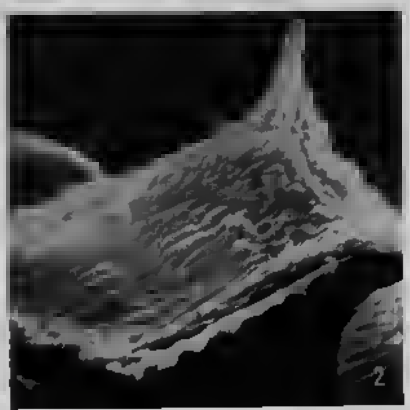
FIGURE. 1 *e* : Vue proximale.
Cliché n° 284.

FIGURE. 1 *f* : Vue proximale semblable à celle de la figure 1 e. On peut observer les perforations et la similitude du fond du lopadolithe avec les exemplaires de *Discolithus sparsiforatus* (pl. IX, fig. 1 e ; pl. X, fig. 4).
Cliché n° 284.

FIGURE. 2 : Fragment d'un lopadolithe de *Scyphosphaera pulcherrima* Deflandre, vue interne.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 1 167 H, X 6 000 environ.

FIGURE. 3 : *Scyphosphaera recta* (Deflandre) Kamptner.
Lopadolithe isolé en vue latérale.
Echantillon 68-9, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 1 439, X 3 300 environ.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XVI

Helicosphaera carteri (Wallich) Kamptner.

FIGURE. 1 : Face distale d'un placolithe.
Echantillon 68-1, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 178, X 5 700 environ

FIGURE. 2 : Face proximale d'un placolithe.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 139, X 6 100 environ.

FIGURE. 3 : Fragment de coccosphère.
Echantillon 68-9, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 1 427, X 3 000 environ.

FIGURE. 4 *a-b* : Coccosphère entière.
Echantillon 68-9, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).

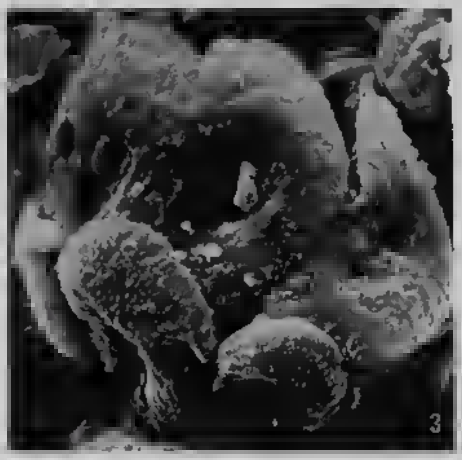
FIGURE. 4 *a* : Cliché n° 1 434, X 3 100 environ.

FIGURE. 4 *b* : On distingue bien l'arrangement des coccolithes autour de la cellule.
Cliché n° 1 434, X 6 200 environ.

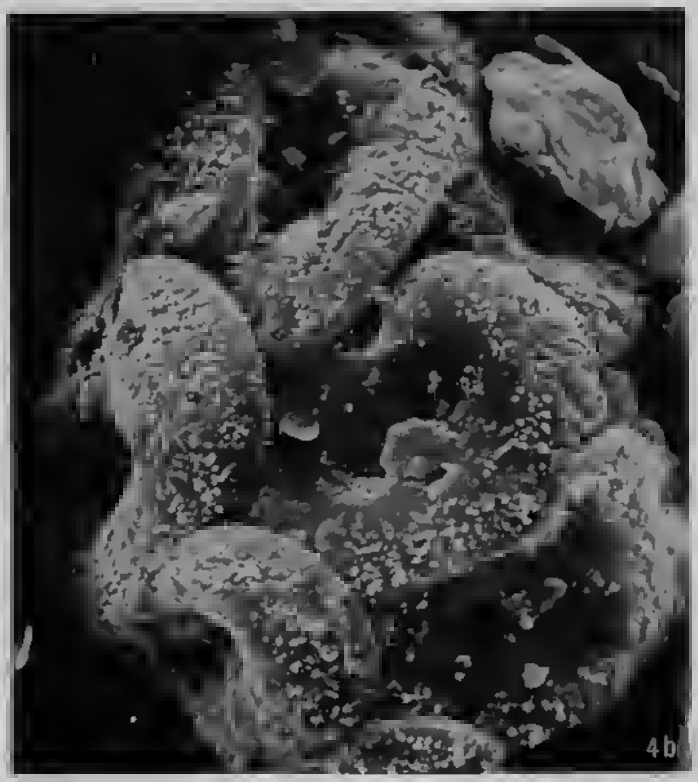
Source : MNHN, Paris

1

2


3

4a


4b

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XVII

FIGURE. 1 *a-b* : *Helicosphaera carteri* (Wallich) Kamptner. Vue distale d'un spécimen un peu abimé.
Echantillon Kh 229, H.F. Miocène, zone prérifaine (Maroc).
X 5 700 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 67, (angle 0°).

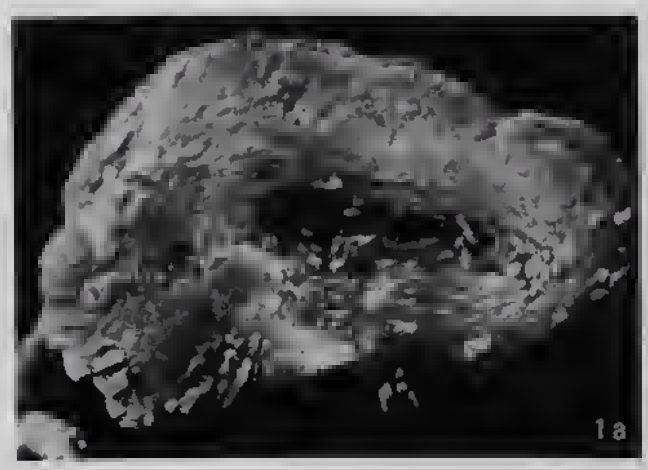
FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 66, (angle 45°).

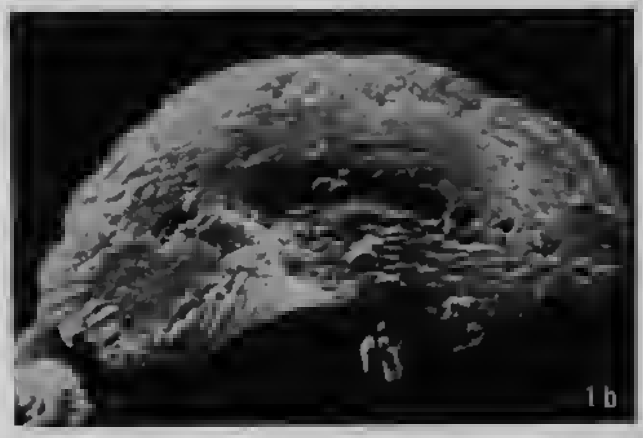
FIGURE. 2 : *Helicosphaera seminulum seminulum* Bramlette et Sullivan. Vue distale d'un placolithe isolé.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 1 248, X 10 000 environ.

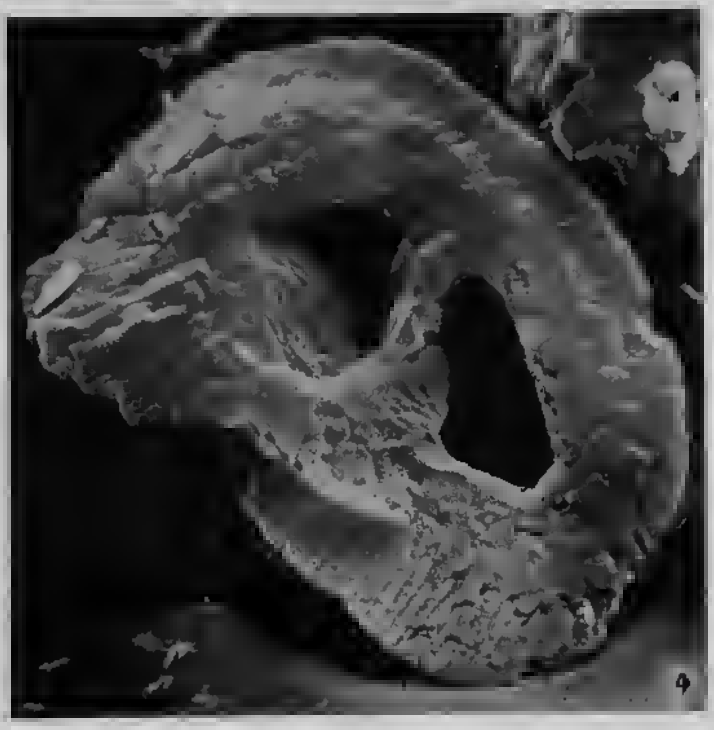
FIGURE. 3 : *Helicosphaera seminulum seminulum* Bramlette et Sullivan. Vue proximale d'un placolithe.
Echantillon 874, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 1 360, X 6 000 environ.

FIGURE. 4 : *Helicosphaera seminulum seminulum* Bramlette et Sullivan. Vue distale d'un placolithe.
Echantillon 874, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 1 362, X 10 000 environ.

Source : MNHN, Paris







BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XVIII

FIGURE. 1 *a-c* : *Reticulofenestra* sp. Vue distale.
Echantillon 68-14, R.L. Pliocène, Chéliff (Algérie).
X 3 300 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 363, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 362, (angle 19°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 361, (angle 45°).

FIGURE. 2 *a-c* : *Hayella situliformis* Gartner.
Echantillon Kh 14, H.F. Oligocène, zone prérifaine (Maroc).
X 6 000 environ.

FIGURE. 2 *a* : Vue distale montrant la couronne supérieure.
Cliché n° 1 028, (angle 0°).

FIGURE. 2 *b* : Vue latérale oblique.
Cliché n° 1 027, (angle 24°).

FIGURE. 2 *c* : Vue latérale. On aperçoit les deux séries d'éléments latéraux, la couronne inférieure manque.
Cliché n° 1 026, (angle 45°).

FIGURE. 3 : *Discolithus* aff. *obliquipons* Deflandre en vue distale oblique.
Echantillon Kh 14, H.F. Oligocène, zone prérifaine (Maroc).
Cliché n° 1 063, X 5 600 environ.

FIGURE. 4 : *Discolithus* aff. *obliquipons* Deflandre, vue proximale.
Echantillon Kh 14, H.F. Oligocène, zone prérifaine (Maroc).
Cliché n° 1 036, X 5 800 environ.

FIGURE. 5 : *Discolithus* aff. *obliquipons* Deflandre, vue distale.
Echantillon Kh 14, H.F. Oligocène, zone prérifaine (Maroc).
Cliché n° 1 041, X 5 000 environ.

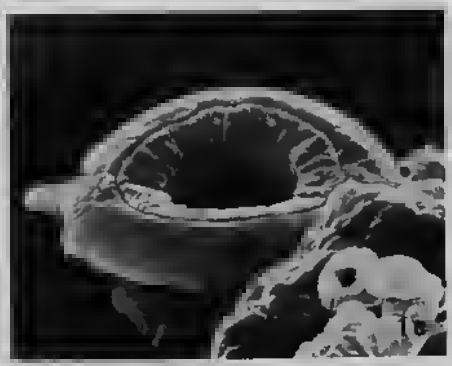
Source : MNHN, Paris

1a

2a

1b

2b


1c

2c

3

5

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XIX

FIGURE. 1 *a-b* : *Eiffelithus eximius* (Stover) Perch-Nielsen vu sous différents angles.
Echantillon 68-14, R.L. Pliocène, Chéliff (Algérie).

FIGURE. 1 *a* : Vue distale.
Cliché n° 417, X 6 600 environ, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Vue latérale.
Cliché n° 416, X 6 500 environ, (angle 70°).

FIGURE. 2 : *Cribrosphaera ehrenbergi* Arkhangelskii en vue proximale oblique.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 305, x 8 400 environ.

FIGURE. 3 : *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, vue proximale.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 979, X 6 000 environ.

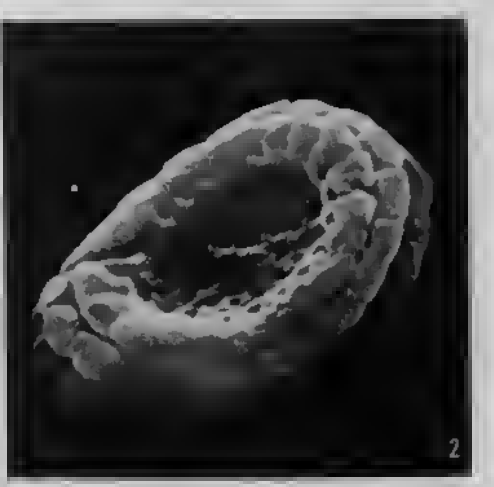
FIGURE. 4 : *Rhabdosphaera claviger* Murray et Blackmann, vue latérale.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 1 204, X 10 000 environ.

FIGURE. 5 : *Rhabdosphaera claviger* Murray et Blackmann. Vue latérale, la structure hélicoïdale de la hampe est très visible.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 146, X 6 200 environ.

FIGURE. 6 : *Cretarhabdus* aff. *unicornis* Stover. Vue distale.
Echantillon 68-14, R.L. Pliocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 396, X 6 300 environ.

Les figures 1, 2, 3 et 6 représentent des espèces remaniées du Crétacé supérieur.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XX

FIGURE. 1-2 : *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelskii) Gartner.

FIGURE. 1 : Vue proximale d'un coccolithe.
Echantillon 68-3 , R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 317, X 11 200 environ.

FIGURE. 2 : Vue distale ; on aperçoit le reste de la hampe.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 299, X 5 200 environ.

FIGURE. 3 : Vue latérale. Sur ce spécimen, la hampe est conservée, mais son extrémité est dissimulée par des débris divers.
Echantillon 874, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 1 357, X 6 000 environ.

FIGURE. 4 *a-b* : *Stradneria limbicrassa* Reinhardt, spécimen vu sous différents angles.
Echantillon 68-14, R.L. Pliocène, Chéliff (Algérie).

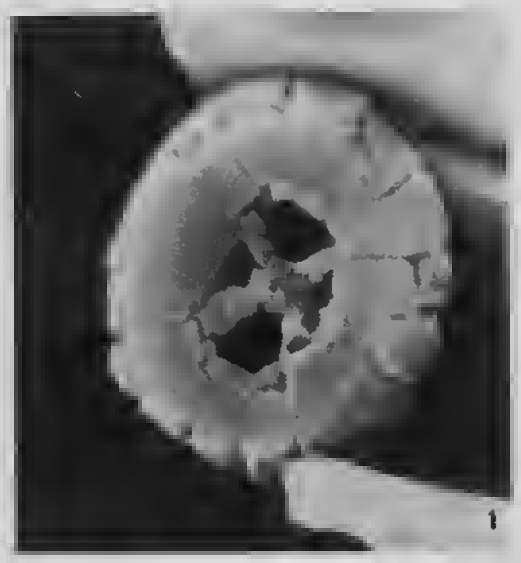
FIGURE. 4 *a* : Vue distale.
Cliché n° 441, X 11 300 environ, (angle 0°).

FIGURE. 4 *b* : Vue latérale.
Cliché n° 443, X 10 800 environ, (angle 74°).

FIGURE. 5 : *Bipodorhabdus* sp.
Vue proximale.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 948, X 5 000 environ.

Toutes ces formes sont remaniées du Crétacé.

Source : MNHN, Paris



BIBL DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXI

FIGURE. 1 : *Lithostromation perdurum* Deflandre.
Echantillon 68-8, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 538, X 4 800 environ.

FIGURE. 2 *a-b* : *Lithostromation perdurum* Deflandre.
Echantillon 68-1, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).

FIGURE. 2 *a* : Vue du dessus.
Cliché n° 322, X 3 600 environ, (angle 0°).

FIGURE. 2 *b* : Vue de profil.
Cliché n° 326, X 3 400 environ, (angle 71°).

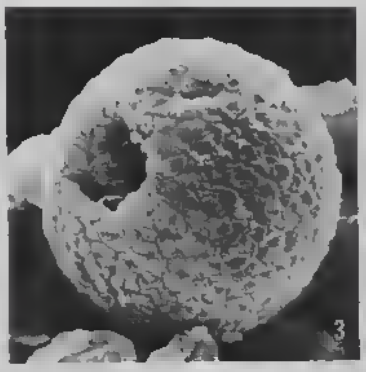
FIGURE. 3 : *Thoracosphaera heimi* (Lohmann) Kamptner.
On aperçoit l'ouverture.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 956, X 5 000 environ.

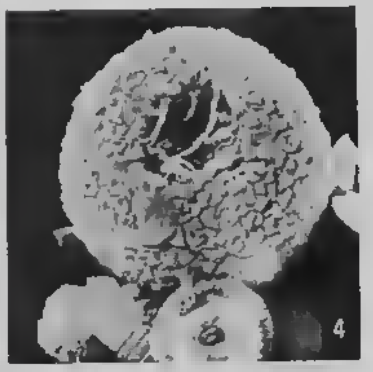
FIGURE. 4 : *Thoracosphaera heimi* (Lohmann) Kamptner. Sur ce spécimen aussi l'ouverture est visible.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 880, X 2 600 environ.

FIGURE. 5 : *Micula staurophora decussata* (Vekshina) Noël. Espèce crétacée.
Echantillon Kh 229, H.F. Miocène, zone prérifaine (Maroc).
Cliché n° 77, X 6 000 environ.

FIGURE. 6 : *Micula staurophora concava* (Stradner) Noël.
Espèce crétacée. Exemplaire empâté.
Echantillon 864, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 1 336, X 6 000 environ.

Source : MNHN, Paris





BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXII

Micula staurophora concava (Stradner) Noël.

FIGURE. 1 *a-c* : Spécimen vu sous différents angles.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
X 10 500 environ.

FIGURE 1 *a* : Cliché n° 1 008, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 1 006, (angle 24°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 1 005, (angle 45°).

Micula staurophora decussata (Vekshina) Noël.

FIGURE. 2 *a-c* : Autre spécimen vu sous différents angles.
Echantillon 68-1, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 7 000 environ.

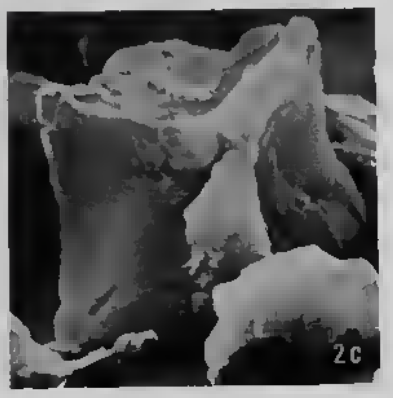
FIGURE. 2 *a* : Cliché n° 321, (angle 0°).

FIGURE. 2 *b* : Cliché n° 320, (angle 45°).

FIGURE. 2 *c* : Cliché n° 324, (angle 71°).

Ces deux espèces ont été décrites dans le Crétacé.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXIII

FIGURE. 1-4 : *Sphenolithus abies* Deflandre.

FIGURE. 1 : Spécimen en vue latérale et basale oblique.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 351, X 11 200 environ.

FIGURE. 2 : Vue apicale. La disposition des éléments du sommet est très nette.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 912, X 10 000 environ.

FIGURE. 3 : Vue basale oblique et latérale sur laquelle les sutures de la face basale sont visibles.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 1 180 X 6 000 environ.

FIGURE. 4 : Vue latérale. On peut observer la forme des alvéoles.
Echantillon 68-1, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 308, X 6 600 environ.

FIGURE. 5 : *Sphenolithus radians* Deflandre en vue latérale.
Echantillon 874, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 1 292, X 6 000 environ.

FIGURE. 6 *a-c* : *Sphenolithus* sp. vu sous différents angles.
Echantillon Kh 14, H.F. Oligocène, zone prérifaine (Maroc).
X 6 000 environ.

FIGURE. 6 *a* : Cliché n° 1 022, (angle 22°).

FIGURE. 6 *b* : Cliché n° 1 023, (angle 45°).

FIGURE. 6 *c* : Cliché n° 1 021, (angle 0°).

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXIV

FIGURE. 1 *a-d* : *Discoaster adamanteus* Bramlette et Wilcoxon.
Face distale vue sous différents angles.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
X 6 000 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 970, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 969, (angle 23°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 967, (angle 60°).

FIGURE. 1 *d* : Cliché n° 968, (angle 75°).

FIGURE. 2 *a-c* : *Discoaster druggi* Bramlette et Wilcoxon.
Face distale vue sous différents angles.
Echantillon 66 A 26 , G.G. Miocène, Hodna (Algérie).

FIGURE. 2 *a* : Cliché n° 895, X 8 400 environ (angle 0°).

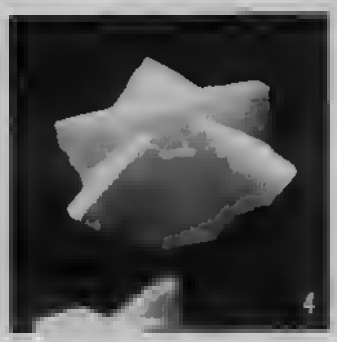
FIGURE. 2 *b* : Cliché n° 894, X 7 800 environ (angle 25°).

FIGURE. 2 *c* : Cliché n° 893, X 6 900 environ (angle 76°).

FIGURE. 3 : *Discoaster aster* Bramlette et Riedel.
Face distale.
Echantillon PK 827, H.F. Pliocène, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 493, X 10 500 environ.

FIGURE. 4 : *Discoaster aster* Bramlette et Riedel.
Face distale.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 159, X 6 700 environ.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXV

FIGURE. 1 *a-c* : *Discoaster aster* Bramlette et Riedel vu sous différents angles. Echantillon Kh 271, H.F. Miocène, zone prérifaine (Maroc). X 11 300 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 88, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 86, (angle 45°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 87, (angle 75°). Vue latérale.

FIGURE. 2 *a-b* : *Discoaster druggi* Bramlette et Wilcoxon. Face distale. Echantillon 68-1, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie). X 11 800 environ.

FIGURE. 2 *a* : Cliché n° 323, (angle 0°).

FIGURE. 2 *b* : Cliché n° 325, vue latérale, (angle 71°).

FIGURE. 3 : *Discoaster* cf. *D. druggi* Bramlette et Wilcoxon. Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie). Cliché n° 858, X 6 000 environ.

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXVI

FIGURE. 1 *a-c* : *Discoaster aster* Bramlette et Riedel.
Face proximale portant le bouton central.
Echantillon Kh 271, H.F. Miocène, zone prérifaine (Maroc).
X 5 600 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 84, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 83, (angle 45°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 85, (angle 71°).

FIGURE. 2 *a-c* : *Discoaster* cf. *D. druggi* Bramlette et Wilcoxon. Face distale.
Sur ce spécimen corrodé, les contours sont moins nets que sur celui représenté sur les figures 2 a-b (planche XXV).
Echantillon PK 827, H.F. Pliocène, côte atlantique (Maroc).
X 5 500 environ.

FIGURE. 2 *a* : Cliché n° 453, (angle 29°).

FIGURE. 2 *b* : Cliché n° 451, (angle 45°).

FIGURE. 2 *c* : Cliché n° 452, (angle 58°).

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXVII

Discoaster brouweri Tan Sin Hok.

FIGURE. 1 *a-c* : Face proximale avec le bouton central vue sous différents angles. Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc). X 6 000 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 113, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 112, (angle 45°).

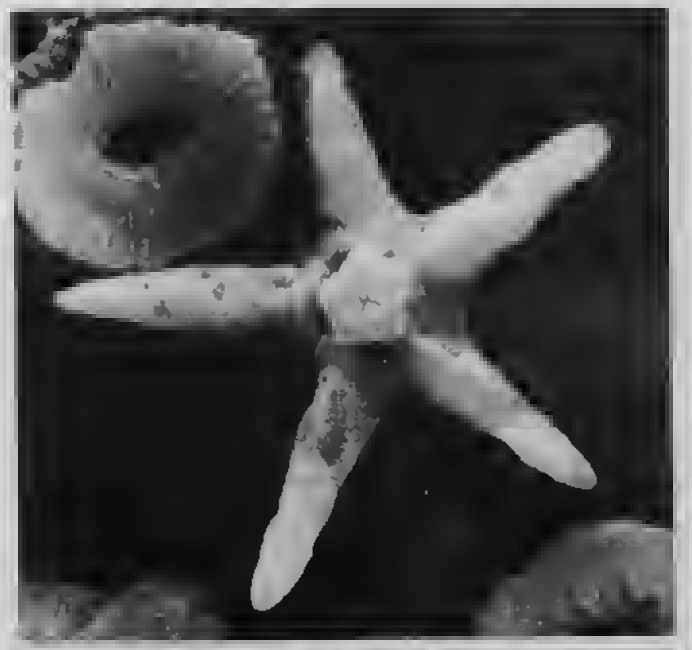
FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 114, (angle 63°).

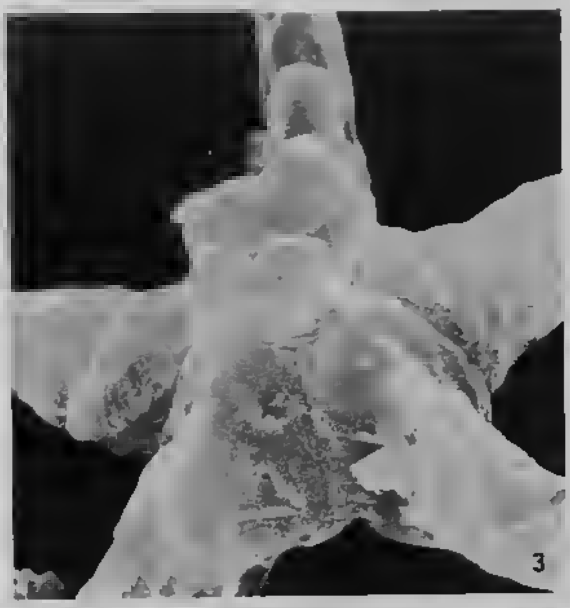
FIGURE. 2 : Face distale. Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc). Cliché n° 1 199, X 5 000 environ.

FIGURE. 3 : Détail du bouton proximal central. Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc). Cliché n° 1 279, X 10 000 environ.

FIGURE. 4 : Spécimen dont les bras sont plus courts. Face proximale. Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc). Cliché n° 1 277, X 5 000 environ.

Source : MNHN, Paris





BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXVIII

FIGURE. 1 *a-c* : *Discoaster woodringi* Bramlette et Riedel.
Echantillon 68-14 , R.L. Pliocène, Chéliff (Algérie).
X 5 400 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 419, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 422, (angle 45°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 423, (angle 70°).

FIGURE. 2 *a-c* : *Discoaster trinus* Stradner. Face distale.
Echantillon Kh 271, H.F. Miocène, zone prérifaine (Maroc).
X 5 700 environ.

FIGURE. 2 *a* : Cliché n° 93, (angle 0°).

FIGURE. 2 *b* : Cliché n° 94, (angle 45°).

FIGURE. 2 *c* : Cliché n° 95, (angle 74°).

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXIX

FIGURE. 1 *a-d* : *Discoaster trinus* Stradner. Face distale.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
X 6 200 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 810, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 809, (angle 18°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 808, (angle 32°).

FIGURE. 1 *d* : Cliché n° 807, (angle 45°).

FIGURE. 2 : *Discoaster trinus* Stradner. Vue latérale.
Echantillon Cl. Lalou, Atlantique (Golfe de Gascogne).
Cliché n° 1 304, X 5 000 environ.

FIGURE. 3 : *Discoaster trinus* ? Stradner. Spécimen usé ?
Echantillon Kh 14, H.F. Miocène, zone prérifaine (Maroc).
Cliché n° 1 040, X 5 750 environ.

FIGURE. 4 *a-b* : *Discoaster trinus* Stradner.
Echantillon KH 271, H.F. Miocène, zone prérifaine (Maroc).
X 3 700 environ.

FIGURE. 4 *a* : Cliché n° 99.

FIGURE. 4 *b* : Cliché n° 98.

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXX

Discoaster barbadiensis Tan Sin Hok.

FIGURE. 1 *a-b* : Vue proximale oblique où les éléments constitutifs du bouton central sont bien visibles.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 1287, X 10 000 environ.

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 1288, X 5 000 environ.

FIGURE. 2 *a-b* : Spécimen partiellement brisé, en vue proximale montrant l'enroulement des éléments au centre.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
X 5 300 environ.

FIGURE. 2 *a* : Cliché n° 840, (angle 0°).

FIGURE. 2 *b* : Cliché n° 838, (angle 45°).

FIGURE. 3 : Face proximale avec le bouton central.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 819, X 11 000 environ.

FIGURE. 4 : Face proximale en vue oblique.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 1 004, X 3 000 environ.

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXXI

Discoaster saipanensis Bramlette et Riedel.

FIGURE. 1 *a-b* : Vue oblique de la face distale et du bouton central.
Echantillon 68-8, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
X 5700 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 755.

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 753.

FIGURE. 2 : Même vue sur un spécimen à 7 bras.
Echantillon 864, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 1 333, X 5 000 environ.

FIGURE. 3 *a-d* : Face distale et bouton central vus sous différents angles.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).

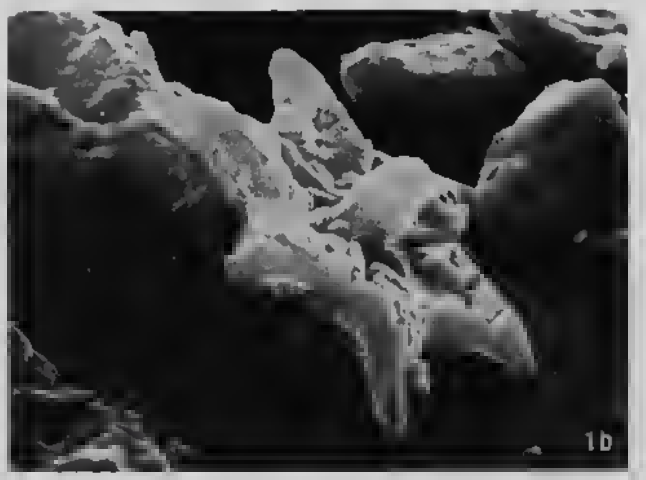
FIGURE. 3 *a* : Cliché n° 953, X 6 800 environ (angle 45°).

FIGURE. 3 *b* : Cliché n° 954, X 6 200 environ (angle 60°).

FIGURE. 3 *c* : Cliché n° 955, X 6 200 environ (angle 76°).

FIGURE. 3 *d* : *idem*, mais avec un grossissement plus fort (X 10 300 environ).
La face proximale est vue latéralement, on distingue son arrangement.

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXXII

FIGURE. 1 *a-b* : *Discoaster challengeri* Bramlette et Riedel.
Face distale.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
X 6 300 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 20, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 21, (angle 50°).

FIGURE 2 : *Discoaster challengeri* Bramlette et Riedel.
Vue distale oblique.
Echantillon Cl. Lalou, Atlantique (Golfe de Gascogne).
Cliché n° 1317, X 5 000 environ.

FIGURE. 3 *a-b* : *Discoaster saipanensis* Bramlette et Riedel.
Face distale.
Les bras sont plus courts que ceux des spécimens de la planche précédente.
Le bouton central semble intact.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).

FIGURE. 3 *a* : Cliché n° 1 017, X 5 000 environ.

FIGURE. 3 *b* : Cliché n° 1 016, X 10 000 environ.

FIGURE. 4 : *Discoasteroides kuepperi* (Stradner) Bramlette et Sullivan. Face distale.
Echantillon El Mehdi, G.D. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 1 072, X 6 000 environ.

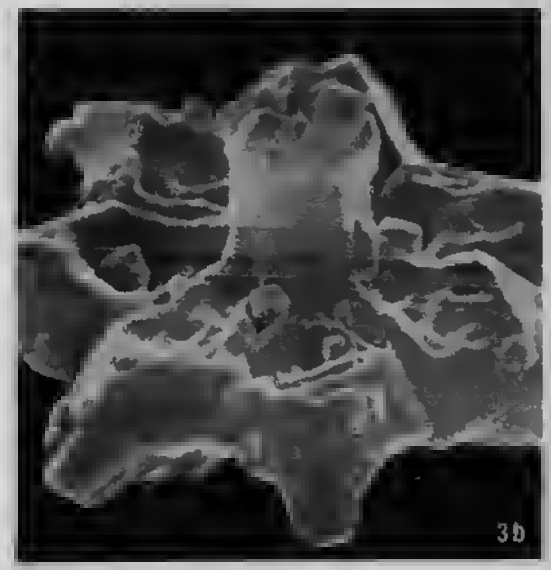
Source : MNHN, Paris

1a

1b

2

3a


3b

4

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXXIII

FIGURE. 1 *a-c* : *Discoaster molengraaffi* Tan Sin Hok.
Face proximale vue sous différents angles.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
X 5200 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 1208, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 1207, (angle 23°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 1206, (angle 45°).

FIGURE. 2 : Face proximale de *Discoaster molengraaffi* Tan Sin Hok. Spécimen un peu empâté.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
Cliché n° 924, X 5300 environ.

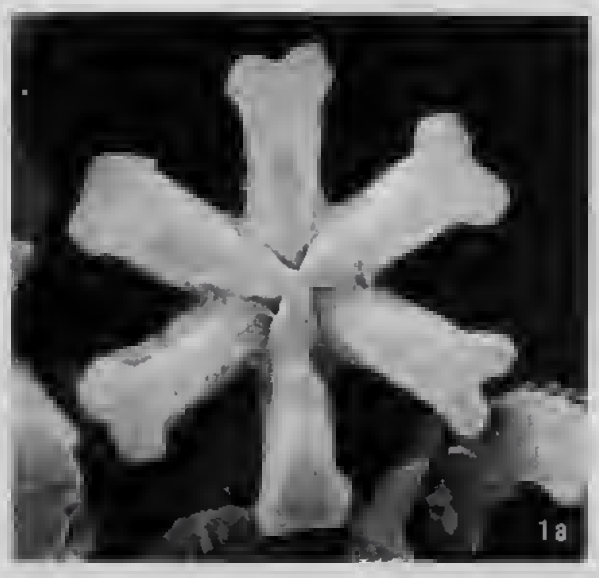
FIGURE. 3 *a-c* : *Discoaster deflandrei* Bramlette et Riedel.
Face distale vue sous différents angles.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
X 6 300 environ.

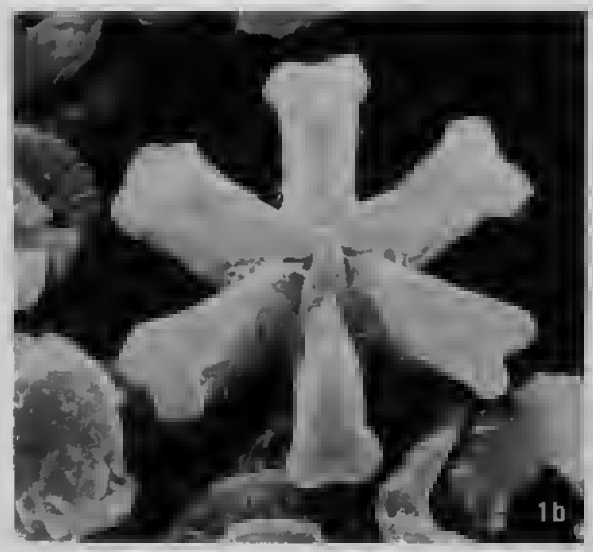
FIGURE. 3 *a* : Cliché n° 826, (angle 0°).

FIGURE. 3 *b* : Cliché n° 825, (angle 31°).

FIGURE. 3 *c* : Cliché n° 824, (angle 45°).

Source : MNHN, Paris





BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXXIV

FIGURE. 1 *a-c* : *Discoaster deflandrei* Bramlette et Riedel. Face distale.
Echantillon 68-8, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
X 5 000 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 708, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 707, (angle 25°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 705, (angle 45°).

FIGURE. 2 *a-b* : Face distale de *Discoaster deflandrei* Bramlette et Riedel. Exemplaire moins bien conservé que le précédent.
Echantillon Kh 14, H.F. Oligocène, zone prérifaine (Maroc).
X 2 600 environ.

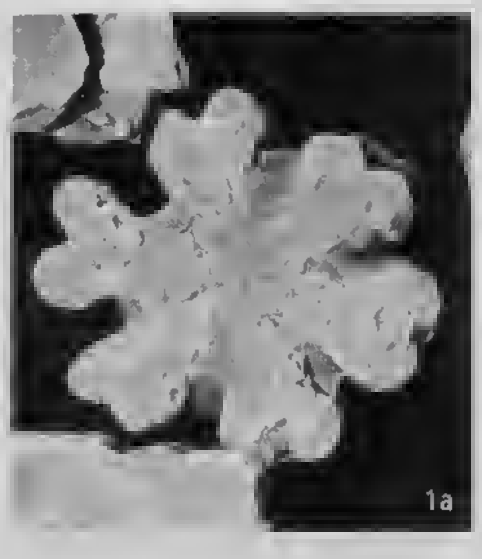
FIGURE. 2 *a* : Cliché n° 1 020, (angle 0°).

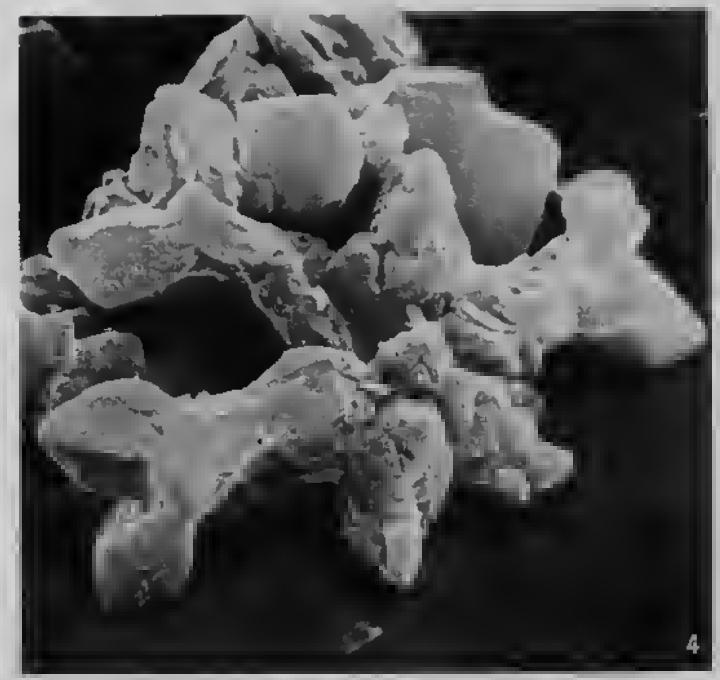
FIGURE. 2 *b* : Cliché n° 1 018, (angle 45°).

FIGURE. 3 : *Discoaster divaricatus* Hay. Face proximale. L'extrémité de l'un des bras est cassée.
Echantillon PK 827, H.F. Pliocène, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 684, X 2400 environ.

FIGURE. 4 : *Discoaster divaricatus* Hay. Face distale portant le bouton central que l'on peut distinguer au centre de l'électromicrographie. Deux des bras sont brisés.
Echantillon 68-9, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 794, X 5 400 environ.

Source : MNHN, Paris





BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXXV

FIGURE. 1 *a-c* : *Discoaster challengeri* Bramlette et Riedel.
Face proximale vue sous différents angles.
Au centre de cette face on distingue un petit bouton central.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
X 3 600 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 107, (angle 25°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 108, (angle 45°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 109, (angle 75°).

FIGURE. 2 : *Discoaster challengeri* Bramlette et Riedel. Face proximale.
Echantillon 68-8, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 561, X 3 400 environ.

FIGURE. 3 : *Discoaster challengeri* Bramlette et Riedel. Face proximale.
Echantillon PK 827, H.F. Pliocène, côte atlantique (Maroc).
Cliché n° 457, X 5 500 environ.

FIGURE. 4 *a-c* : *Discoaster calcaris* Gartner. Face proximale.
Echantillon 68-8, R.L. Miocène, Chéliff (Algérie).
X 4 900 environ.

FIGURE. 4 *a* : Cliché n° 546, (angle 0°).

FIGURE. 4 *b* : Cliché n° 545, (angle 25°).

FIGURE. 4 *c* : Cliché n° 544, (angle 45°).

Source : MNHN, Paris

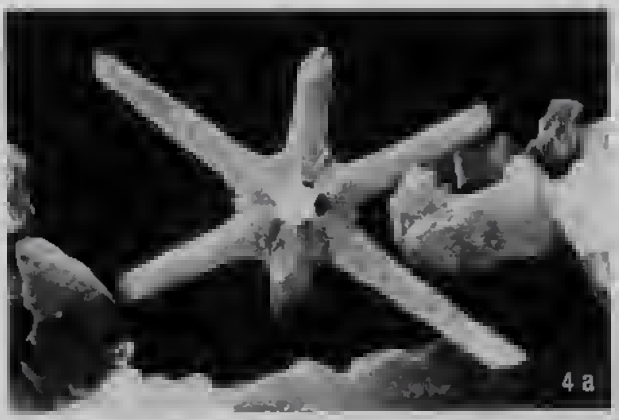
1a

1b

1c

2

3


4a

4b

4c

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXXVI

FIGURE. 1 *a-c* : Spécimen de *Discoaster variabilis ?* Martini et Bramlette dont les extrémités des bras sont brisées. Face distale et bouton central vus sous différents angles.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 3 800 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 149, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 150, (angle 39°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 152, (angle 69°).

FIGURE. 2 *a-c* : *Discoaster* cf. *D. challengeri* Bramlette et Riedel. Face distale. Les bras sont sensiblement plus longs que sur les formes types.
Echantillon PK 821, H.F. Miocène supérieur, côte atlantique (Maroc).
X 3 000 environ.

FIGURE. 2 *a* : Cliché n° 106, (angle 25°).

FIGURE. 2 *b* : Cliché n° 104, (angle 45°).

FIGURE. 2 *c* : Cliché n° 105, (angle 74°).

FIGURE. 3 *a-c* : *Discoaster* cf. *D. kugleri* Martini et Bramlette. Face proximale.
Les bras sont assez longs par rapport aux formes décrites par Martini et Bramlette.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 3 200 environ.

FIGURE. 3 *a* : Cliché n° 172, (angle 0°).

FIGURE. 3 *b* : Cliché n° 173, (angle 45°).

FIGURE. 3 *c* : Cliché n° 174, (angle 60°).
Sur ce cliché on peut noter l'importance de l'ombre projetée par les bras du Discoaster.

Source : MNHN, Paris

1a

2a

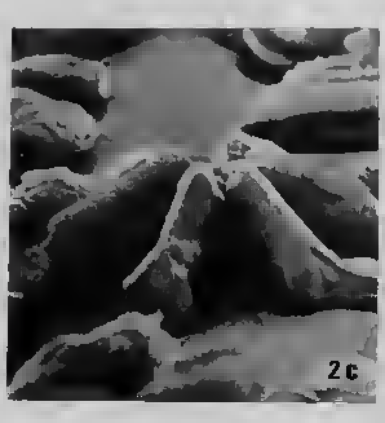
3a

1b

2b

3b

1c


2c

3c

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXXVII

FIGURE. 1 : *Discoaster variabilis* Martini et Bramlette. Face distale portant le bouton central.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 279, X 5 200 environ.

FIGURE. 2 : *Discoaster subsurculus* Gartner. Face distale portant le bouton central.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
Cliché n° 171, X 2 250 environ.

FIGURE. 3 *a-d* : *Discoaster variabilis* Martini et Bramlette. Face proximale vue sous différents angles.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 3 300 environ.

FIGURE. 3 *a* : Cliché n° 255, (angle 0°).

FIGURE. 3 *b* : Cliché n° 254, (angle 45°).

FIGURE. 3 *c* : Cliché n° 256, (angle 58°).

FIGURE. 3 *d* : Cliché n° 258, (angle 71°).

1

2

3a

3b

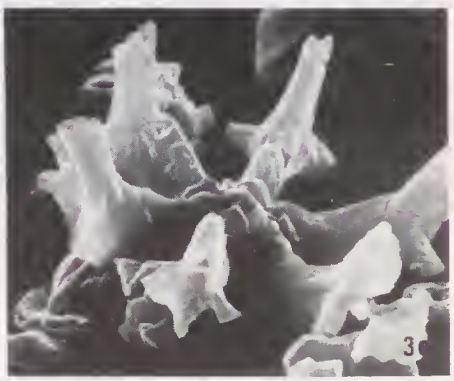

3c

PLANCHE XXXVIII

FIGURE. 1 *a-c* : *Discoaster variabilis* Martini et Bramlette.
Face distale et bouton central vus sous différents angles.
En bas à gauche de ce Discoaster, on aperçoit un spécimen de *Dictyococcites dictyodus*, on peut noter la différence de taille entre ces deux nannofossiles.
Echantillon 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).
X 2 300 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 241, (angle 0°).

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 238, (angle 60°).

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 239, (angle 75°).

FIGURE. 2 *a-c* : *Discoaster tani nodifer* Bramlette et Riedel.
Echantillon 66 A 26, G.G. Miocène, Hodna (Algérie).
X 6 500 environ.

FIGURE. 2 *a* : Cliché n° 873, (angle 0°).

FIGURE. 2 *b* : Cliché n° 871, (angle 21°).

FIGURE. 2 *c* : Cliché n° 869, (angle 45°).

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XXXIX

FIGURE. 1 *a-c* : *Discoaster* sp. Forme calcifiée (?).
Echantillon PK 827, H.F. Pliocène, côte atlantique (Maroc).
X 3 500 environ.

FIGURE. 1 *a* : Cliché n° 464.

FIGURE. 1 *b* : Cliché n° 462.

FIGURE. 1 *c* : Cliché n° 460.

FIGURE. 2 *a-d* : *Discoaster* sp. Forme anormalement constituée.
Echantillon 68-14, R.L. Pliocène, Chéliff (Algérie).
X 5 300 environ.

FIGURE. 2 *a* : Cliché n° 388, (angle 0°).

FIGURE. 2 *b* : Cliché n° 387, (angle 23°).

FIGURE. 2 *c* : Cliché n° 385, (angle 45°).

FIGURE. 2 *d* : Cliché n° 386, (angle 70°).

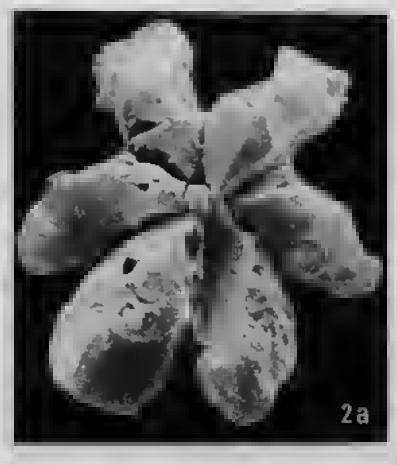
FIGURE. 3 *a-c* : *Discoaster ?* sp. Forme à 8 bras.
Echantillon 68-6, R.L. Pliocène, Oued Bezouguert (Algérie).
X 3 200 environ.

FIGURE. 3 *a* : Cliché n° 716, (angle 0°).

FIGURE. 3 *b* : Cliché n° 715, (angle 27°).

FIGURE. 3 *c* : Cliché n° 714, (angle 45°).

Source : MNHN, Paris



BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

PLANCHE XL

FIGURE. 1 : Aspect général de préparations ayant servi à effectuer des comptages. Echantillons 68-3, R.L. Miocène supérieur, Chéliff (Algérie).

FIGURE. 2 : Cliché n° 1 398, X 2 000 environ (angle 0°).

FIGURE. 3 : Cliché n° 1 397, X 2 000 environ (angle 0°).

Cliché n° 1 388, X 2 000 environ (angle 0°).

FIGURE. 4 : Cliché n° 1 387, X 2 000 environ (angle 0°).

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU MUSEUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

IMPRIMERIE COMPORAPID
24, Rue des Montibœufs - Paris-20e

BIBL DU MUSEUM D'HIST. NATU

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

F 7 JANV 1958

Source : MNHN, Paris